Edward O. Wilson

# A Criação

## COMO SALVAR A VIDA NA TERRA

COMPANHIA DAS LETRAS

edward o. wilson

# *A Criação*

*Como salvar a vida na Terra*

*Tradução*
Isa Mara Lando

*Revisão técnica*
Roberto Fanganiello

Sumário

# parte i

## A Criação

um chamado de ajuda e um convite
para visitar o mundo natural em crise,
na companhia de um biólogo

## 1. Carta a um pastor evangélico: saudação

Prezado Pastor:

Nunca nos encontramos pessoalmente, contudo sinto que o conheço bem o suficiente para chamá-lo de amigo. Em primeiro lugar, nós dois fomos criados na mesma fé. Na infância, eu também respondi ao chamado do altar; também recebi o batismo. Embora não pertença mais a essa religião, estou certo de que, se nós nos encontrássemos, e conversássemos em particular acerca das nossas crenças mais profundas, isso se daria num clima de mútuo respeito e boa vontade. Sei que ambos compartilhamos muitos preceitos de conduta moral. Talvez também tenha importância o fato de sermos americanos. E, se é algo que ainda pode afetar a civilidade e as boas maneiras, vale lembrar que somos eu e você do sul do país.

Escrevo-lhe agora para consultá-lo e pedir-lhe ajuda. É claro que, ao fazer isso, não vejo como evitar as diferenças fundamentais entre nossas visões de mundo. O senhor interpreta literalmente a Sagrada Escritura cristã. O senhor rejeita a conclusão da ciência de que a humanidade evoluiu a partir de formas inferiores. O senhor acredita que a alma de cada pessoa é imortal, fazendo deste planeta uma estação intermediária para uma segunda vida, uma vida eterna. A Salvação é garantida para aqueles que encontram a redenção em Cristo.

Sou um humanista secular. Creio que a existência é aquilo que nós fazemos dela, como indivíduos. Não há garantia de vida após a morte, e céu e inferno são o que criamos para nós mesmos, aqui neste planeta. Não há nenhum outro lar para nós. A humanidade aqui se originou por meio da evolução, a partir de formas inferiores, ao longo de milhões de anos. E falarei claramente: sim, nossos ancestrais eram animais semelhantes a símios. A espécie humana adaptou-se física e mentalmente à vida na Terra, e a nenhum outro lugar. Nossa ética é o código de conduta que temos em comum, com base na razão, na lei, na honra e em um senso inato de decência, ainda que alguns o atribuam à vontade de Deus.

Para o senhor, a glória de uma divindade invisível; para mim, a glória do universo por fim revelado. Para o senhor, a crença em um Deus que se fez carne para salvar a humanidade; para mim, a crença no fogo que Prometeu arrebatou para libertar os homens. O senhor encontrou sua verdade final; eu ainda estou buscando a minha. Eu posso estar errado, ou o senhor pode estar errado. Talvez nós dois estejamos parcialmente certos.

Será que essa diferença em nossa visão de mundo nos separa em todas as coisas? Não creio. Tanto o senhor como eu, e cada ser humano, lutamos pelos mesmos imperativos: segurança, liberdade de escolha, dignidade pessoal e uma causa em que acreditar, uma causa maior do que nós mesmos.

Vejamos, então, se podemos nos encontrar do lado de cá da metafísica, para lidar com o mundo real que é tanto meu como seu. Exponho a questão dessa maneira porque o senhor tem o poder de ajudar a resolver um grande problema que me preocupa profundamente. Espero, aliás, que o senhor também tenha essa mesma preocupação. Minha sugestão é que deixemos de lado as nossas diferenças, a fim de salvar a Criação. A defesa da Natureza viva é um valor universal. Ela não provém de nenhum dogma religioso ou ideológico, tampouco promove tais dogmas. Não; ela serve, sem discriminação, aos interesses de toda a humanidade.

Pastor, precisamos da sua ajuda. A Criação — a Natureza viva — está enfrentando uma grave crise. Os cientistas estimam que, se a conversão dos habitats naturais e outras atividades humanas destrutivas prosseguirem no ritmo atual, metade das espécies de plantas e animais na Terra pode desaparecer, ou, pelo menos, estará fadada à extinção precoce até o final deste século. Nada menos do que um quarto das espécies chegará a esse nível durante o próximo meio século, só como resultado das mudanças climáticas. A taxa atual de extinção, calculada pelas estimativas mais conservadoras, é cerca de cem vezes maior do que a que predominava antes de o ser humano aparecer na Terra, e deverá ser pelo menos mil vezes maior nas próximas décadas. Se a extinção continuar nesse compasso, o custo para a humanidade, em termos de riqueza, segurança ambiental e qualidade de vida, será catastrófico.

Com certeza estamos de acordo no que diz respeito ao fato de que cada espécie, por mais humilde e quase invisível que nos pareça, é uma obra-prima da biologia, que bem vale a pena salvar. Cada espécie possui uma combinação única de traços genéticos que a encaixa, com maior ou menor precisão, em uma parte específica do meio ambiente. A simples prudência ordena que ajamos depressa para evitar a extinção das espécies, e com ela a pauperização dos ecossistemas da Terra — e, portanto, da Criação.

O senhor pode estar se perguntando: "Por que eu?". É porque hoje a religião e a ciência são as duas forças mais poderosas do mundo, inclusive e especialmente nos Estados Unidos. E, se pudessem se unir no terreno comum da conservação biológica, o problema logo seria resolvido. Se existe algum preceito moral compartilhado pelos crentes de todas as religiões, é que devemos, a nós mesmos e às futuras gerações, um ambiente belo, rico e saudável.

Fico perplexo ao ver tantos líderes religiosos, que representam espiritualmente a grande maioria da população mundial, hesitar em tornar a proteção da Criação uma parte importante da sua doutrina. Será que eles acreditam que a ética centrada no ser humano e a preparação para a vida após a morte são as únicas coisas que importam? Fico ainda mais perplexo com a convicção generalizada entre os cristãos de que o Segundo Advento de Cristo é iminente e que, portanto, a situação do planeta não merece atenção. De acordo

com uma pesquisa de opinião realizada em 2004, 60% dos americanos acreditam nas profecias bíblicas relatadas no Apocalipse de são João. Muitos deles, totalizando milhões de indivíduos, crêem que o Fim dos Tempos ocorrerá durante o período de vida dos que hoje habitam a Terra. Jesus voltará à Terra, e aqueles redimidos pela fé cristã serão transportados, fisicamente, para os céus, enquanto aqueles que ficarem para trás terão que passar por graves dificuldades e, ao morrer, sofrerão a danação eterna. Os condenados ficarão no inferno, tal como os já enviados para lá nas gerações anteriores, ao longo de 1 trilhão de trilhões de anos — tempo suficiente para o Universo se expandir até a sua própria morte por entropia, para incontáveis universos semelhantes a este nascerem, se expandirem e também morrerem. E isso é apenas o início do perene sofrimento das almas condenadas no inferno — e tudo devido a um erro que cometeram ao escolher sua religião, durante o período infinitamente minúsculo em que habitaram a Terra.

Para aqueles que acreditam nessa forma de cristianismo, o destino de 10 milhões de outras formas de vida realmente não importa. Essa doutrina, e outras semelhantes, não se constitui de evangelhos de esperança e compaixão. São evangelhos de crueldade e desespero. Não nasceram do coração do cristianismo. Pastor, diga-me que estou errado!

Seja qual for a sua resposta, permita que eu apresente uma ética alternativa. O grande desafio do século xxi é elevar a população de todo o planeta a um padrão de vida decente, e ao mesmo tempo preservar ao máximo as demais formas de vida. A ciência oferece à ética esta parte do argumento: quanto mais estudamos a biosfera, mais percebemos como é complexa, e como é bela. Conhecê-la é como beber de um poço mágico: quanto mais tiramos, mais ele nos oferece. A Terra, e em especial a camada de vida que a envolve, fina como uma navalha, é o nosso lar, nossa fonte de vida, que nos dá o sustento físico e também boa parte do sustento espiritual.

Sei que a ciência e o ambientalismo estão ligados, na mente de muitos, com a evolução, com Darwin e com o secularismo. Permita-me adiar o momento de desembaraçar tudo isso (voltarei ao assunto mais tarde) para ressaltar novamente: proteger a beleza da Terra e sua prodigiosa variedade de formas de vida deveria ser um objetivo comum a nós dois, apesar das diferenças entre nossas convicções metafísicas.

Para argumentar à boa maneira dos evangelhos, peço licença para contar a história de um jovem recém-treinado para o ministério religioso, e tão apegado a sua fé cristã que submetia todas as questões morais às suas leituras bíblicas. Quando visitou a floresta tropical do Brasil, semelhante a uma catedral à beira do Atlântico, viu ali a mão manifesta de Deus e anotou em seu caderno: “Não é possível dar uma idéia adequada dos sentimentos superiores de deslumbramento, admiração e devoção que inundam e elevam a mente”.

Esse era Charles Darwin em 1832, no início de sua viagem no hms *Beagle*, antes de ter dedicado qualquer pensamento à evolução.

E eis aqui Darwin, concluindo *Sobre a origem das espécies*, em 1859, depois de abandonar o dogma cristão e, com sua recém-adquirida liberdade intelectual, formular a teoria da evolução por seleção natural:

> Há grandeza nesse modo de ver a vida, com seus diversos poderes, tendo sido originalmente instilada de um sopro em algumas poucas formas ou em uma só; e que, enquanto este planeta ia girando segundo a lei fixa da gravidade, a partir de um início tão simples, infinitas formas, tão belas e maravilhosas, evoluíram e continuam a evoluir.

A reverência de Darwin pela vida não se alterou ao atravessar essa falha sísmica que cindiu ao meio sua vida espiritual. E o mesmo pode acontecer com a divisão que hoje separa o humanismo científico das principais religiões. E que separa o senhor de mim.

O senhor está bem preparado para apresentar os argumentos teológicos e morais para salvar a Criação. É animador ver o movimento crescente no interior das denominações cristãs em apoio à conservação global. Essa linha de pensamento tem surgido de muitas fontes, da evangélica à unitarista. Hoje é apenas um pequeno riacho. Amanhã, será uma torrente.

Já conheço grande parte dos argumentos religiosos em favor da Criação e gostaria de aprender mais. Agora apresentarei ao senhor, e a outros que queiram ouvir, o argumento científico. O senhor não irá concordar com tudo o que afirmo sobre as origens da vida — a ciência e a religião não se mesclam facilmente nesses assuntos —, mas eu gostaria de pensar que nessa questão, que é crucial, nós dois temos um propósito em comum.

# 2. Ascendendo rumo à Natureza

Imagino, Pastor, que nós dois concordamos pelo menos em um ponto: de alguma forma, em algum momento da história, a humanidade perdeu o rumo. Como ministro cristão, o senhor provavelmente responderá que é claro que perdemos o rumo, pois saímos do Éden. Nossos progenitores cometeram um terrível erro, e, assim, nós vivemos no pecado original. Agora andamos vagando entre o céu e o inferno, acima dos animais, porém abaixo dos anjos, enquanto esperamos ascender a um mundo melhor por meio da fé no Redentor.

O senhor estaria disposto a supor que o Éden seria o restante do mundo vivo, tal como antes do surgimento da humanidade? O livro do Gênesis afirma isso, numa leitura literal ou metafórica. A conclusão da ciência também é de que esse mundo primordial de fato existiu e serviu de berço para a humanidade. E contudo, se a biologia já aprendeu alguma coisa, é que, em contraste com uma leitura literalista do Gênesis, a nossa espécie não passou a existir abruptamente, por um toque do fogo divino. Não; nós evoluímos em um mundo biologicamente rico, ao longo de dezenas de milhares de gerações. Tampouco fomos expulsos desse Éden: nós próprios destruímos a maior parte dele, a fim de melhorar nossa vida e gerar mais pessoas — mais bilhões de pessoas, a ponto de pôr em perigo a Criação. Eu gostaria de apresentar a seguinte explicação do dilema humano:

*Segundo as evidências arqueológicas, nós nos afastamos da Natureza com o início da civilização, por volta de 10 mil anos atrás. Esse salto quântico nos enganou com a ilusão de nos libertar do mundo que nos tinha gerado. Ele alimentou a convicção de que o espírito humano pode ser moldado e se transformar em algo novo para se adequar às mudanças no meio ambiente e na cultura; o resultado foi que os ritmos da história saíram de sincronia. Uma inteligência mais sábia poderia, neste ponto, assim nos definir: eis aqui uma quimera, uma espécie nova e muito estranha que entrou a passos incertos no nosso universo, com uma mistura de emoções da Idade da Pedra, auto-imagem medieval e uma tecnologia que se ombreia com a dos deuses. Tal combinação torna essa espécie indiferente às forças que são mais importantes para sua própria sobrevivência no longo prazo.*

Parece não haver melhor maneira de explicar por que tantas pessoas inteligentes continuam passivas enquanto os preciosos vestígios do mundo natural desaparecem. É evidente que elas não sabem que os serviços ecológicos oferecidos gratuitamente pelos ambientes naturais, ou seja, pelo Éden, se aproximam, em dólares, do valor do produto bruto mundial. Preferem continuar ignorando o princípio histórico de que as civilizações entram em colapso quando seus ambientes naturais se deterioram. E o mais perturbador: nossos líderes,

inclusive os das grandes religiões, pouco têm feito para proteger o mundo vivo, em meio ao seu acentuado declínio. Eles ignoraram o comando do Deus de Abraão, dado no quarto dia do nascimento do mundo: “Fervilhem as águas um fervilhar de seres vivos e que as aves voem acima da terra, sob o firmamento do céu”.

Hesito em introduzir um assunto tão belo com uma crítica tão forte. Poucos haverão de negar, porém, que o impacto da atividade humana sobre o ambiente natural está se acelerando, configurando uma imagem assustadora.

O que devemos fazer? No mínimo, elaborar uma história verdadeira da situação, com a qual pessoas de diferentes religiões possam em princípio concordar. Se isso puder ser feito, servirá pelo menos de prólogo para um futuro mais garantido.

Podemos começar pela descoberta básica da “história verde”: *a civilização foi alcançada como resultado de uma traição à Natureza*. A revolução neolítica, incluindo a invenção da agricultura e das aldeias, se alimentou da fartura da Natureza. Esse passo à frente foi uma bênção para a humanidade. Sim, foi mesmo: os que já conviveram com povos caçadores-coletores podem assegurar que a vida desses povos não desperta inveja alguma. Mas a revolução incentivou a falsa premissa de que uma minúscula seleção de plantas e animais domesticados é capaz de sustentar a expansão humana indefinidamente. A pauperização da fauna e da flora da Terra foi um preço aceitável até séculos recentes, quando a Natureza parecia praticamente infinita e uma inimiga dos exploradores e pioneiros. As áreas naturais e os povos aborígines que nelas viviam deveriam ser afastados e por fim substituídos, em nome do progresso — aliás, também em nome dos deuses, antes que nos esqueçamos.

A História hoje nos ensina uma lição diferente, mas apenas para aqueles que querem escutar. Mesmo que se considere que o restante das formas de vida não tem valor algum além da satisfação das necessidades materiais do ser humano, a destruição da Natureza é uma estratégia perigosa. Para começar, nós, como espécie, nos tornamos especializados em comer sementes de quatro tipos de gramínea: trigo, arroz, milho e painço. Se essas culturas quebrarem, quer por doenças, quer por mudanças climáticas, nós também seremos duramente atingidos. Há cerca de 50 mil espécies de plantas silvestres (muitas das quais correm perigo de extinção) que constituem fontes alternativas de alimento. Pensando em termos absolutamente pragmáticos, permitir que essas espécies, e as demais espécies selvagens, continuem a existir deve ser considerado um investimento de longo prazo. Até os mais recalcitrantes precisam perceber que a conservação consiste em uma simples questão de prudência no manejo da economia natural da Terra. Contudo, poucos já começaram a pensar dessa maneira.

Enquanto isso, a moderna revolução tecnocientífica, incluindo, em especial,

o grande salto da tecnologia da informação baseada em computação, traiu a Natureza, pela segunda vez, ao promover a idéia de que os casulos da vida material das cidades e dos bairros residenciais são suficientes para a satisfação humana. Trata-se de um erro bastante grave. A natureza humana é mais profunda e mais ampla do que os inventos artificiais de qualquer cultura existente. As raízes espirituais do *Homo sapiens* se estendem até as profundezas do mundo natural, por meio de canais de desenvolvimento mental que ainda hoje permanecem, em geral, desconhecidos. Nosso pleno potencial não será atingido sem que compreendamos a origem e, portanto, o significado das qualidades estéticas e religiosas que nos tornam inefavelmente humanos.

Não há dúvida de que muitas pessoas parecem contentar-se em viver inteiramente dentro desses ecossistemas sintéticos. No entanto, também os animais domésticos se contentam, até mesmo nos habitats grotescamente anormais em que nós os criamos. Isso, no meu modo de pensar, é uma perversão. Não é da natureza dos seres humanos se tornar cabeças de gado em pastagens aperfeiçoadas. Cada pessoa merece ter a opção de entrar e sair com facilidade desse mundo complexo e primal que nos deu à luz. Precisamos de liberdade para vagar por terras que não sejam de propriedade de ninguém, mas protegidas por todos, terras cujo horizonte imutável é o mesmo que limitava o mundo dos nossos ancestrais milenares. Apenas onde ainda resta um pouco do Éden, pujante de seres vivos independentes de nós, é possível experimentar o deslumbramento que deu forma à psique humana em seu nascimento.

O conhecimento científico, humanizado e bem ensinado, é a chave para alcançar um equilíbrio duradouro em nossas vidas. Quanto mais os biólogos aprendem sobre a biosfera, em toda a sua riqueza, mais compensadora é a imagem. Da mesma forma, quanto mais os psicólogos aprendem sobre o desenvolvimento da mente humana, mais eles compreendem a atração gravitacional que o mundo natural exerce sobre o nosso espírito e sobre a nossa alma.

Temos muito caminho pela frente até fazermos as pazes com este planeta, e um com o outro. Tomamos o caminho errado quando iniciamos a revolução neolítica. Desde então temos procurado nos elevar *saindo* da Natureza, em vez de ascender *rumo* a ela. Não é tarde demais para voltar atrás, sem perder a qualidade de vida já alcançada, a fim de receber as benesses profundamente gratificantes do legado natural da humanidade. Com certeza o alcance da fé religiosa é muito amplo, e seus professores são generosos e imaginativos o suficiente para abranger essa verdade maior, que não foi adequadamente expressa nas Escrituras Sagradas.

Outro aspecto desse dilema é que, embora a maior parte das pessoas no mundo todo se preocupe com o ambiente natural, elas não sabem por que se preocupar, ou por que haveriam de se sentir responsáveis por ele. De modo

geral, elas têm sido incapazes de articular o significado pessoal de zelar pela Natureza. Essa confusão representa um problema sério para a sociedade contemporânea, assim como para as futuras gerações, e se relaciona com outra grande dificuldade: a inadequação da educação científica, em todos os lugares do mundo. As duas coisas provêm, em parte, do crescimento explosivo e da complexidade da biologia moderna. Até os melhores cientistas têm dificuldade para acompanhar um pouco que seja dessa ciência, que vem se revelando a mais importante para o século xxi.

Creio que a solução para as três dificuldades mencionadas — a ignorância sobre o meio ambiente, a educação científica inadequada e o estonteante crescimento da biologia — está em reformulá-las e condensá-las num só problema. Pastor, espero que a sua opinião sobre o assunto seja de que toda pessoa instruída deveria saber alguma coisa sobre essa questão. Tanto o professor como o aluno vão se beneficiar ao reconhecer que a Natureza viva abriu um vasto caminho até o coração da própria ciência, que a amplidão da nossa vida e do nosso espírito depende da sobrevivência na Natureza. É necessário compreender e discutir, sobre um terreno comum, este princípio: como fazemos parte da Criação, o destino da Criação é o destino da humanidade.

## 3. O que é a Natureza?

O senhor concorda, Pastor, que a profundidade e a complexidade da Natureza viva ultrapassam a imaginação humana? Se parece ser impossível conhecer Deus, o mesmo se dá com a maior parte da biosfera. Os biólogos nunca deixam de ressaltar como é pouco aquilo que compreendemos sobre o mundo vivo ao nosso redor. As plantas e os animais domésticos não passam de variantes triviais dentro da imensa diversidade da vida. Nossas simulações mais sofisticadas sobre os processos vitais continuam longe de se equiparar aos processos reais. Ainda não conseguimos criar um organismo artificial, nem no nível mais baixo. Novos mundos e descobertas intermináveis se mantêm à espera na Natureza, e entre elas a solução do mistério dos mistérios, o significado da vida humana.

Mas o que é a Natureza? A resposta mais simples possível é também a melhor: a Natureza é aquela parte do ambiente original e de suas formas de vida que permanece depois do impacto humano. Natureza é tudo aquilo no planeta Terra que não necessita de nós e pode existir por si só.

Segundo alguns céticos, tal definição, mesmo quando mais elaborada, tem pouca utilidade, pois o mundo natural já foi tão perturbado que está humanizado por todo lugar, e portanto já perdeu sua identidade original. Existe aí um fundo de verdade. Há pouquíssimos quilômetros quadrados da superfície terrestre que nunca foram pisados pelo ser humano em algum momento — no mínimo por exploradores e por povos nativos. Em 1955 fui o primeiro não-nativo de Papua a atingir o pico do maciço central de Sarawaget, no nordeste da Nova Guiné. (Reconheço que ninguém havia tentado, ou poucos o fizeram, e eu ainda era muito jovem e me julgava invulnerável.) Depois de quatro dias subindo com grande esforço pela floresta virgem das encostas, envolta em nuvens nas altitudes mais elevadas, descobrindo pelo caminho novas espécies de formigas e de sapos, coloquei, com orgulho, uma garrafa contendo um registro da minha conquista dentro de uma pilha de pedras no topo da montanha. No entanto, fui levado até esse lugar por caçadores nativos que muitas vezes visitavam a área em busca dos *wallabies* da montanha — pequenos cangurus gordinhos que abundam entre os tufos de relva, acima da linha das árvores. Sempre penso em quantas vezes os meus companheiros, e seus antepassados, já haviam chegado lá, ao longo de milhares de anos, e por quais rotas silvestres haviam atravessado a floresta para alcançar aquele lugar específico. Com certeza muita gente, dona de uma história profunda e rica.

Também é verdade que milhares de poluentes industriais são levados continuamente até as regiões das neves polares, que estão recuando, e até os

mares mais distantes. Todos os anos 5% da superfície terrestre é destruída pelas queimadas, em geral destinadas a criar novos campos para a agricultura ou a refertilizar os antigos. Essas e outras práticas contribuem para sobrecarregar a atmosfera de gases causadores do efeito estufa, a ponto de desestabilizar os diversos climas do planeta inteiro.

A humanização da Terra age de muitas outras maneiras. A maior parte da megafauna terrestre, que compreende animais que pesam dez quilos ou mais, já foi caçada até a extinção. A fauna das planícies e florestas do mundo contemporâneo tem pouca semelhança com o majestoso desfile de gigantescos mamíferos e aves que foram levados à extinção pelos habilidosos caçadores do Paleolítico. Boa parte dos animais sobreviventes está na lista dos ameaçados. Há 12 mil anos, a fauna das planícies americanas era mais rica do que a hoje existente na África.

Pode-se dizer que a humanidade alterou este planeta tão profundamente como permitem os nossos consideráveis poderes. E a despeito disso grande parte da Natureza resiste. Em seu estado mais puro, ela existe em locais que ainda são chamados legitimamente de áreas naturais intactas. Em linhas gerais, uma área natural em plena escala, com tamanho adequado para sustentar a megafauna, é definida como um agregado relativamente grande e não perturbado de habitats contíguos. Tal como especificado pela Conservação Internacional (ci),* em um estudo recente, trata-se de uma área de 10 mil quilômetros quadrados (1 milhão de hectares) ou mais, da qual pelo menos 70% ainda contam com vegetação natural. Domínios dessa magnitude abrangem as grandes florestas tropicais da bacia amazônica, da bacia do Congo e a maior parte da ilha da Nova Guiné, além da taiga — o cinturão de florestas, sobretudo de coníferas, que se estende pelo Norte da América e continua pela Sibéria até a Fenoscândia.**** Áreas naturais de um tipo muito diferente são os grandes desertos da Terra, as regiões polares, o alto-mar e o leito dos oceanos em grandes profundidades (em contraste, são poucos os deltas de rios e águas costeiras que permanecem em seu estado original).

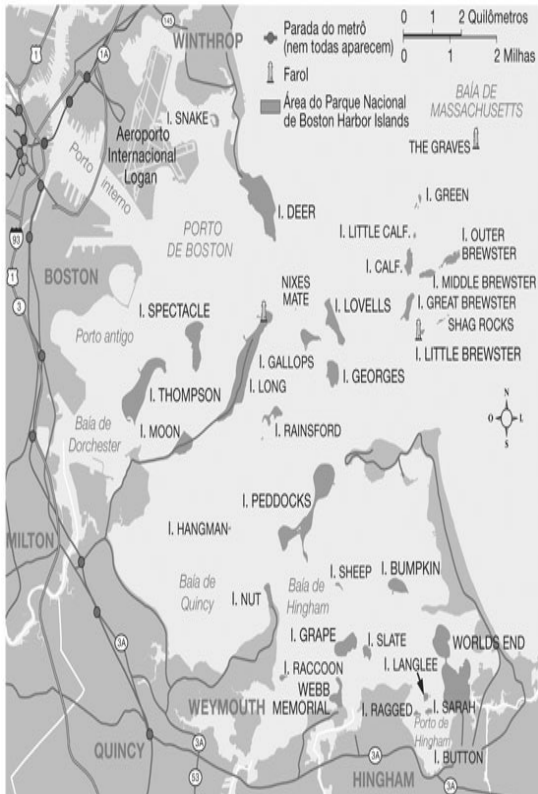
Áreas naturais menores são abundantes no planeta. Nos Estados Unidos, elas foram definidas oficialmente pela Lei das Áreas Naturais (U.S. Wilderness Act), de 1964, como partes da Terra “livres do homem, onde o próprio homem é um visitante que ali não permanece”. Nessa lei histórica, 9,1 milhões de acres foram destinados “ao uso e desfrute do povo americano, de tal maneira que sejam deixados em bom estado para futuro uso e desfrute”. Ao obrigar que se protejam fragmentos pequenos, de até 5 mil acres, essa lei já salvou valiosos trechos terrestres e aquáticos, tais como a Great Bear Wilderness do estado de Montana e a Allagash Wilderness Waterway, no Maine.

*Áreas livres*. Como essa expressão capta bem o espírito da Natureza virgem! Mas a maneira como ela se aplica exatamente, na prática, depende da escala

empregada. Uma pequena área verde em um bairro residencial obviamente não é mais uma área natural para mamíferos, pássaros e árvores. Entretanto, poderia ser uma “microárea natural” para pequenos organismos. Muitos tipos de insetos, ácaros e outros artrópodes, em geral com menos de dez milímetros de tamanho, ali vivem livremente, em seus domínios locais não perturbados pelo ser humano, com suas mãos, pés ou instrumentos. Por sorte, as microáreas naturais não são uma parte trivial da Natureza virgem. Pelo contrário: cada metro cúbico de terra e de húmus é um mundo que pulula com centenas de milhares dessas criaturas, representando centenas de espécies. Junto a elas existem micróbios em quantidade e diversidade ainda maiores. Em um só grama de terra, ou seja, menos de um punhado, vivem cerca de 10 bilhões de bactérias, pertencentes a até 6 mil espécies diferentes.

*Habitantes microscópicos de microáreas naturais. Aqui estão mostrados algas, protozoários e fungos. (John O. Corliss, "Biodivesity and biocomplexity of*

*the protists and an overview of their significant roles in maintenance of our biosphere",* Acta Protozoologica *41* [*2002*]*: 199-219.*)

A vida inteira dos organismos microscópicos e dos que mal são visíveis para nós se desenrola em espaços que o ser humano, um dos maiores animais da Terra, costuma ignorar. Para um ácaro da família *Oribatidae*, que a olho nu é apenas um pontinho que se move rastejando, um toco de árvore podre equivale a toda a ilha de Manhattan. Para uma bactéria, equivale a todo o estado de Nova York. Uma área verde do bairro pode estar seriamente perturbada na escala macro, tal como percebida por um ser humano que pode atravessá-la em poucos minutos. Pode estar juncada de lixo no chão. As árvores podem ser de crescimento secundário. Mas em torno da base de cada uma há um mundo antigo e relativamente intacto de habitantes em miniatura. O chão e os detritos entre as árvores são para eles o continente, e a poça d'água que se forma ali perto na primavera é seu oceano.

*Área do Parque Nacional de Boston Harbor Islands.* (*Cortesia do parque*.)

A idéia de microárea natural é uma das principais razões pelas quais me interessei pelo Parque Nacional de Boston Harbor Islands [ilhas do porto de Boston]. Tal porto é intensa e continuamente utilizado desde meados do século xvii, e durante quase todo esse tempo serviu como um vasto esgoto municipal. Em 1985 suas águas foram classificadas como as mais poluídas entre todos os portos dos Estados Unidos. Suas 34 ilhotas cheias de sujeira sempre foram consideradas de pouco valor para Boston, a maior cidade da Nova Inglaterra, apesar de as mais próximas ficarem a apenas uma hora de distância por barco a remo. Na década de 1990, a situação mudou quando as águas servidas da área metropolitana de Boston passaram a ser purificadas por um novo sistema de filtragem. O potencial das Harbor Islands como área recreacional ficou óbvio, o que aumentou sua importância para a ciência e a educação.

O arquipélago, renascido como Parque Nacional de Boston Harbor Islands, é atualmente uma meca para moradores e visitantes. As águas do porto comprovam a resistência da Natureza viva. Os moluscos voltaram a povoar o leito marinho. Estão de volta os peixes grandes: o robalo-muge e a anchova chegam até o cais do porto. As focas e os botos retornaram em pequenos números; até mesmo uma baleia jubarte já foi observada cruzando as águas das ilhas mais externas, provavelmente atraída por nova abundância de alimentos.

Como uma parte tão grande do meu trabalho, ao longo de toda a minha vida, se concentrou na biologia das ilhas e muitas vezes me levou a pontos remotos do planeta, fiquei atraído pela perspectiva de ter um laboratório natural e uma sala de aula bem à minha porta — num local que também servisse a 7 milhões de habitantes da região. E o melhor — aqui estava uma oportunidade para desgrudar as crianças da cidade da televisão e do computador e envolvê-las em uma aventura educacional na vida real. Havia o potencial para fazer uma introdução prática à ciência e, o que não é pouco, ajudar a contrabalançar as atividades de alta tecnologia, tão intimidadoras, da Universidade Harvard e do mit, que ficam nas proximidades. A mensagem é a seguinte: para fazer ciência de primeira não é preciso começar com jalecos brancos e rabiscos no quadro-negro.

Reconheço que tenho outra razão, de ordem mais pessoal, para o meu interesse. Meu bisavô, William C. Wilson, lutou como confederado na Guerra Civil americana, transportando víveres de navio para áreas sitiadas. Conhecido pelos amigos como Black Bill, ele ficou preso no forte Warren, na ilha George, depois de ter sido capturado em 1863 durante um ataque na entrada da baía Mobile. Numa manhã agradável do outono de 2004, visitei aquela antiga prisão e tomei conhecimento, por um cardápio de 1865, de que meu bisavô, na companhia de seu colega prisioneiro Alexander Stevens, vice-presidente da Confederação, viveu surpreendentemente bem, pelo menos por um curto período subseqüente à guerra. Ele chegou ao forte com a saúde debilitada, depois de suportar condições brutais em duas prisões federais anteriores. O problema de

Black Bill é que, de acordo com a legislação federal, ele era um criminoso comum — não um oficial da Marinha inimiga, mas um navegador que usara sua perícia para trazer suprimentos de Cuba até o porto de Mobile. O forte Warren era uma prisão de segurança máxima, para onde eram encaminhados oficiais da Marinha e transportadores de víveres — duas categorias consideradas por E. Stanton, o secretário da Guerra, graves ameaças ao esforço de guerra da União. Black Bill ainda passou mais um ano no forte Warren por insubordinação (cuspiu em um guarda, segundo a tradição oral da família). Morreu em 1872, de uma doença não diagnosticada contraída durante seu primeiro período de confinamento.

Lembro-me de como me pareceu estranho, ao chegar ao forte, o fato de que Black Bill e eu haveríamos de cruzar nossos caminhos naquele lugar tão improvável, em dois papéis tão improváveis — um criminoso devido às circunstâncias de guerra, seguido por um entomologista, a quem ele passara um oitavo do seu código genético, que fora até ali para estudar insetos.

As ilhas do Boston Harbor atraem naturalistas porque sustentam uma flora e uma fauna intensamente cosmopolitas. Durante sua constante e intensa exposição por mais de três séculos ao tráfego marítimo que chega ao porto, as ilhas foram colonizadas por um grande número de espécies exóticas — isto é, não nativas — de plantas, insetos e outros invertebrados, em geral de origem européia. Por exemplo, das 521 espécies de plantas recentemente recenseadas, 229 (ou 44%) são exóticas. Essas invasoras que passam de navio em navio, ou clandestinas que se escondem na carga, algumas originadas de populações que de início se estabeleceram na área continental circundante, hoje se misturam às espécies nativas formando complexos conjuntos. Animais maiores — a vida selvagem no sentido convencional — estão igualmente presentes. Consistem sobretudo em aves marinhas e aves terrestres migratórias, em variedade suficiente para atrair observadores de pássaros de toda a Nova Inglaterra e de outras partes.

Esse modesto arquipélago assume um novo significado quando acrescentamos os micróbios, os fungos e pequenos invertebrados. As ilhas são vistas, então, como um mundo composto de microáreas naturais inexploradas. E quando se começa a usar um microscópio portátil — hoje um instrumento fácil de ser obtido e relativamente barato —, a descoberta dos organismos microscópicos e quase microscópicos pode ter início. Os levantamentos da biodiversidade serão, por fim, verdadeiramente abrangentes. Quando a exploração científica é feita de modo agradável e envolvente, e é combinada com a educação, uma nova forma de instituição cívica vai criando raízes.

Alguns filósofos pós-modernos, convencidos de que a verdade é relativa e dependente apenas da visão de mundo de cada um, argumentam que não existe uma entidade objetiva tal como a “Natureza”. Para eles, trata-se de uma falsa dicotomia, que surgiu em algumas culturas e não em outras. Estou disposto a

levar em conta esse ponto de vista, pelo menos por alguns minutos, mas já atravessei tantas fronteiras nítidas entre ecossistemas naturais e humanizados que não posso duvidar da existência objetiva da Natureza.

Não preciso limitar meu relato aos arredores de Boston. Você pode, por exemplo, vivenciar uma das experiências mais impressionantes por que eu já passei muitas vezes ao longo dos anos fazendo uma visita descompromissada às ilhas Flórida (Florida Keys). A viagem começa seguindo para o sul pela parte comercial da rodovia us 1, até as Lower Keys. No entanto, essa faixa de terra não mostra a realidade do extremo sul da Flórida; não é a moradia da sua antiga história e do seu espírito imemorial. Para encontrá-lo, dê uma paradinha em uma loja de aluguel de barcos à beira da Reserva Nacional da Vida Selvagem Great White Heron, alugue um barco de catorze pés, saia em direção ao golfo do México e entre pelos canais que serpenteiam as ilhotas circundadas por manguezais vermelhos. Amarre seu barco à beira de uma ilhota que tenha na base o nível do solo mais elevado e então comece a caminhar em meio às raízes aéreas das árvores mais externas. Você estará em um fragmento de floresta virgem, que nunca foi cortada porque essa madeira tem pouco ou nenhum valor comercial, e os baixios onde se localiza, sempre banhados pela maré alta, não servem para construções. A vegetação emaranhada é um verdadeiro berçário para organismos terrestres e marítimos. Na vegetação verde e nos galhos de árvores podres pululam milhares de espécies de insetos e outros animais em miniatura. As águas rasas que lambem as raízes periféricas sustentam uma quantidade assombrosa de peixes, camarões e outros crustáceos, além de anêmonas e uma legião de seres marinhos com que estamos menos familiarizados. Boa parte da fauna e do manguezal permanece desconhecida para a ciência. O ecossistema construído pela humanidade, a faixa comercial que limita a floresta a oeste, a única visitada pela vasta maioria das pessoas, tem menos de oitenta anos de idade. A floresta do mangue, mais ou menos com a mesma forma que tem hoje — ou seja, esse habitat que os visitantes ignoram —, ocupa porções do litoral do golfo do México há milhões de anos. Se o ser humano abandonasse as Florida Keys, essas terras já humanizadas tornariam a se transformar, dentro de algumas décadas, em baixios cobertos pela maré e ilhotas de manguezais, provavelmente indistinguíveis daquelas que ainda sobrevivem.

Se é de números e dados objetivos que você precisa para distinguir a Natureza da não-Natureza, considere as florestas tropicais. Embora cubram apenas 6% da superfície terrestre do planeta — mais ou menos o mesmo que os 48 estados contíguos dos Estados Unidos —, elas são o quartel-general da nossa biodiversidade terrestre, abrigando mais da metade das espécies de plantas e animais de que se tem conhecimento. Existe uma regra popular entre os naturalistas que trabalham em florestas tropicais: a espécie de planta ou animal que chamou a sua atenção neste momento pode não lhe aparecer mais naquele

dia, naquela semana, ou mesmo naquele ano. Talvez ela nunca mais torne a se revelar, por mais que você procure. A floresta tropical abriga um número enorme de seres vivos assim raros e fugidios. A razão disso é um antigo mistério que só agora começa a atrair estudos científicos sérios.

Há um contraste espantoso entre a floresta tropical e os habitats ao seu redor, onde a floresta foi derrubada pelo homem para dar lugar ao desenvolvimento humano. No Jari, no estado de Rondônia, na região norte do Brasil, os entomologistas já registraram, em alguns poucos quilômetros quadrados, 1600 tipos de borboletas. Em pastagens próximas de uma área similar, onde a floresta foi transformada em pasto pela derrubada de árvores e pelas queimadas, pode haver (não sei o número exato, mas já examinei lugares semelhantes) talvez cinqüenta espécies, mais um número indeterminado que vaga pelos terrenos inóspitos, passando de um fragmento de floresta para outro. Essa mesma desproporção se aplica quando se fala em mamíferos, aves, sapos, aranhas, formigas, besouros, fungos e outros organismos — inclusive, no mais alto grau, nos milhares de espécies de árvores e incontáveis seres vivos que residem nas copas.

Reconheço que em muitos outros lugares a transição entre a Natureza e a não-Natureza não é assim tão radical. O mundo real, povoado de gente, foi transformado em um caleidoscópio de extremos e intermediários, que vai desde habitats primevos, de milhões de anos de idade, até os estacionamentos pavimentados. A direção que assume a mudança desse caleidoscópio planetário é rumo ao humanizado, ao simplificado, ao instável.

Mas espere! Lembre-se das microáreas naturais. A Natureza é resistente. Até mesmo no exemplo extremo do estacionamento, note o matinho resistente que brota de uma rachadura no concreto, o tufo de grama que se agarra ao meio-fio, o leve colorido da colônia de cianobactérias junto ao caixa. Olhe bem de perto, procure as criaturas minúsculas que se multiplicam nesse ambiente de recursos tão minguados: os ácaros, os vermes nematóides, a lagarta lutando para se transformar em mariposa. Esses organismos silvestres que são o último bastião da resistência, a vanguarda da inevitável volta do planeta Terra para o verde e o azul, esperam com toda a paciência que mudemos a nossa mentalidade. São espécies que ainda conseguem dar um pouco daquilo que nós continuamos decididos a destruir implacavelmente.

* Site da Conservação Internacional no Brasil: www.conservation.org.br. (n. e.)
** Nome dado ao conjunto formado pela Finlândia, Noruega e Suécia. (n. e.)

# 4. Por que se importar?

Eu argumento, Pastor, que a Natureza não é só uma entidade objetiva; ela também é vital para o nosso bem-estar físico e espiritual. Espero que o senhor concorde com isso, embora a sua lógica para chegar a essa conclusão seja diferente da minha. O senhor vai considerar o lado benéfico da Natureza como uma bênção de Deus, enquanto eu o vejo como um direito de nascença da nossa origem evolutiva dentro da biosfera. Contudo, não há necessidade de dar destaque a esse conflito entre nossas premissas. Em vez disso, permita que eu lhe apresente a parte fundamental da versão naturalista, com a qual, creio, o senhor também concordará.

Considere então a seguinte verdade, a qual, devido à importância de que se reveste, merece ser chamada de Primeiro Princípio da Ecologia Humana. *O* Homo sapiens *é uma espécie confinada a um nicho extremamente pequeno*. É fato que a nossa mente é capaz de voar alto, até os confins do Universo, e também de se voltar para dentro até chegar às partículas subatômicas, extremos que compreendem trinta potências de 10 em termos de espaço. No que diz respeito a isso, pode-se dizer que nosso intelecto é algo divino. Mas vamos encarar a realidade: nosso corpo permanece aprisionado no interior de uma bolha proporcionalmente microscópica de restrições físicas. Já aprendemos como ocupar alguns dos ambientes mais hostis da Terra — mas apenas quando estamos encerrados dentro de algum recipiente hermeticamente fechado, cujo ambiente é controlado com precisão. As calotas polares, as profundezas do mar e também a Lua estão à disposição para serem visitadas por nós, porém até mesmo a mais ligeira falha no funcionamento da cápsula em que viajamos pode ser fatal para o pequeno e frágil *Homo sapiens*. Uma residência prolongada nesses locais, mesmo que possível em termos físicos, é psicologicamente insuportável.

Eis o meu argumento: a Terra oferece uma bolha auto-reguladora que nos sustenta indefinidamente, sem nenhum raciocínio ou artifício da nossa parte. Esse escudo de proteção é a biosfera — a totalidade da vida, criadora de todo o ar, purificadora de todas as águas, administradora de todo o solo; mas ela é, em si mesma, uma frágil membrana que mal consegue se agarrar à superfície do planeta. Da sua delicada saúde nós dependemos para cada momento da nossa vida. A humanidade, como observou Darwin no final de *A descendência do homem*, leva a marca indelével das nossas origens humildes, a partir de formas de vida preexistentes. Entretanto, mesmo que o senhor, Pastor, não concorde com essa afirmação por motivos de fé, com certeza o senhor reconhece que nós pertencemos à biosfera; nascemos aqui como espécie, somos intimamente

adaptados às suas condições severas — não a todas, apenas àquelas reinantes em alguns regimes climáticos encontrados em certas partes da área terrestre.

O Primeiro Princípio da Ecologia Humana pode ser formulado de outro modo: *os planetas exógenos não estão presentes nos nossos genes*. Se existem organismos em Marte, Europa ou Titã, tais astros estarão presentes nos genes *desses organismos*, que decerto serão radicalmente diferentes dos nossos.

Segue-se que o interesse próprio do ser humano fica mais bem servido quando não se prejudicam excessivamente as outras formas de vida na Terra que ainda sobrevivem. O dano ambiental pode ser definido como qualquer mudança capaz de alterar o nosso entorno em uma direção contrária às necessidades físicas e emocionais inatas da humanidade. Nós não estamos evoluindo de forma autônoma e nos transformando em algo novo. Tampouco é provável, no futuro previsível, que mudemos a nossa natureza básica por meio da engenharia genética, como já ocorreu na visão de alguns autores futuristas deslumbrados. Os conhecimentos científicos podem continuar a crescer ilimitadamente, ou talvez não. Mas, seja como for, a biologia humana e as emoções humanas permanecerão intactas até o futuro distante, porque o nosso córtex encefálico, imensamente complicado, tolera pouquíssimas modificações; porque os seres humanos não mutam como as bactérias para se adequar a cada ambiente que nós estragamos; e porque, em última análise, podemos optar por nos mantermos fiéis à natureza humana, à herança que nos foi legada por milhões de anos de residência na biosfera.

Assim, tem-se aqui outro argumento em favor do conservacionismo existencial. Para além da cura de doenças hereditárias óbvias, tais como a esclerose múltipla e a anemia falciforme, por substituição gênica, é arriscado modificar o genoma humano. É muito melhor trabalhar com a natureza humana tal como ela é, alterando nossas instituições sociais e nossos preceitos morais com vistas a conseguir uma adequação mais efetiva aos nossos genes, do que mexer com algo que levou muitas eras de tentativa e erro para ser criado.

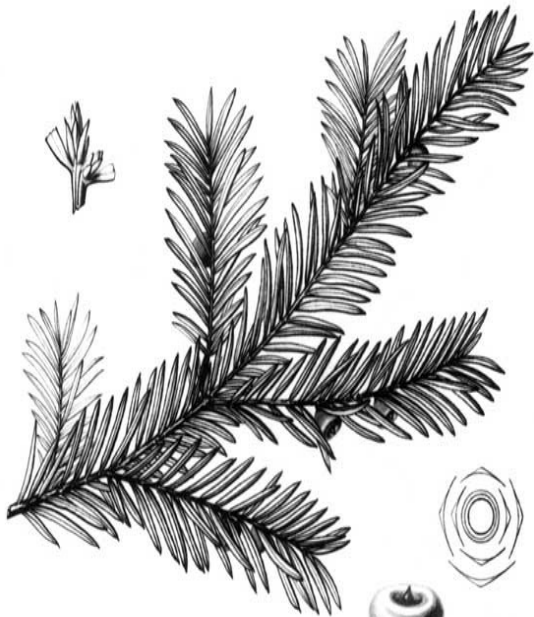
Os problemas da civilização moderna surgem da disjunção entre a nossa antiqüíssima herança *genética*, que evolui com lentidão glacial, em um nível da evolução, e a nossa rapidíssima evolução *cultural*, em outro nível. Ainda existem pensadores no mundo, alguns em posição de comando político e religioso, que desejam basear a lei moral nas escrituras sagradas de reinos que viviam no deserto na Idade do Ferro, ao mesmo tempo que usam alta tecnologia para travar suas guerras tribais — naturalmente, com a suposta bênção de seus deuses. O contraste cada vez maior entre, por um lado, esse pensamento retrógrado e, por outro, um impressionante poder de destruição deveria nos tornar mais prudentes do que nunca, e não apenas no que se refere a dar início a novas guerras. Deveria também nos fazer cuidar melhor do meio ambiente, do qual, ao fim e ao cabo, depende a nossa vida. É prudente deter a destruição final e permanente da

Natureza, pelo menos até que compreendamos mais exatamente o que somos, e o que estamos fazendo.

O poder de destruição do *Homo sapiens* não tem limites, embora nossa biomassa seja quase invisível de tão minúscula. É matematicamente possível empilhar todas as pessoas da Terra em um único bloco de 4 quilômetros cúbicos e esconder esse bloco em alguma área remota do Grand Canyon, até que desapareça. Contudo, a humanidade é a primeira espécie na história da vida na Terra a se tornar uma força geofísica. O homem, esse ser bípede, tão cabeça-de-vento, já alterou a atmosfera e o clima do planeta, desviando-os em muito das normas usuais. Já espalhamos milhares de substâncias químicas tóxicas pelo mundo inteiro, já nos apropriamos de 40% da energia solar disponível para a fotossíntese, já convertemos quase todas as terras facilmente aráveis, já represamos a maioria dos rios, já elevamos o nível dos mares, e agora, em uma virada capaz de atrair a atenção geral como nunca antes se conseguiu, estamos perto de esgotar a água potável. Um efeito colateral de toda essa atividade frenética é a extinção contínua de ecossistemas naturais, junto com as espécies que os compõem. Trata-se do único impacto da atividade humana que é irreversível.

Com todos os problemas que a humanidade enfrenta, por que deveríamos nos importar com as condições da Natureza viva? Que diferença fará se algumas espécies da Terra, ou até a metade delas, forem exterminadas, tal como projetam os cientistas para o restante deste século? Há muitas razões, e elas são fundamentais para o bem da humanidade. Fontes inimaginavelmente vastas de informação científica e de riqueza biológica serão destruídas. Os custos resultantes, que nossos descendentes compreenderão melhor do que nós mesmos, serão estarrecedores. Desaparecidos para sempre estarão medicamentos ainda não descobertos, assim como plantas comestíveis, madeiras, fibras, vegetações com o poder de restaurar o solo, substitutos do petróleo e muitos outros produtos de valor.

Os críticos do ambientalismo (qualquer que seja o significado desse termo tão desgastado — pois não somos todos ambientalistas?) costumam não dar importância aos seres pequeninos e não muito conhecidos, por eles classificados em duas categorias, os "bichinhos" e o "mato". Para eles, é fácil deixar de lado o fato de que essas criaturas constituem a maioria dos organismos e das espécies da Terra. Esquecem-se, se é que já foram informados disso, de que a voraz lagarta de uma obscura mariposa da América tropical já salvou as pastagens da Austrália do excesso de cactos; de que um "matinho" de Madagascar, a pervinca rosada, forneceu os alcalóides que curam a maioria dos casos da doença de Hodgkin e de leucemia infantil aguda; de que outra substância, derivada de um obscuro fungo da Noruega, possibilitou realizar os transplantes de órgãos; de que a partir de uma substância na saliva das sanguessugas foi feito um solvente que

evita a coagulação do sangue durante e após as cirurgias; e assim por diante por toda a farmacopéia, desde a medicina fitoterápica dos xamãs da Idade da Pedra até as curas instantâneas, do tipo "tiro e queda", da ciência biomédica atual.

*Estruturas que definem o teixo do Pacífico, árvore da América do Norte que produz o taxol, agente anticancerígeno.* (*Original de Charles Sprague Sargent,* Silva of North America*, 10: prancha 514* [*1896*], *reproduzida em Eric Chivian, org.,* Biodiversity: its importance to human health [*Harvard Medical School, Center for Health and the Global Environment, 2002*]*, p. 29.*)

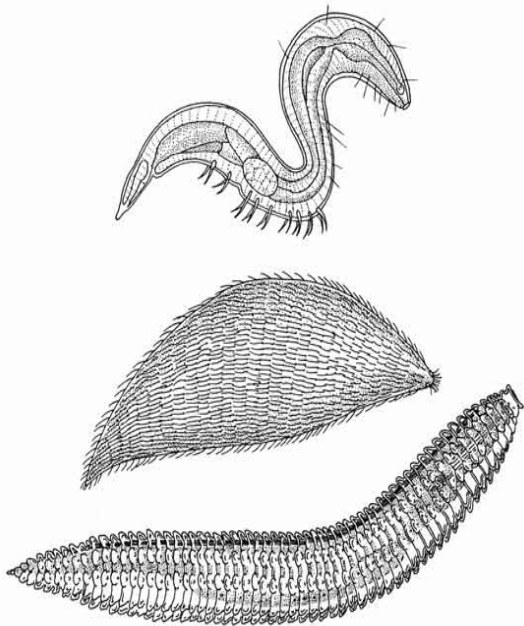
Como os ecossistemas naturais silvestres estão bem à nossa vista, é fácil esquecer como são importantes os serviços ambientais que eles prestam à humanidade. As espécies silvestres enriquecem o solo, limpam a água e fazem a polinização da maioria das plantas florescentes. São elas que criam o ar que respiramos. Sem esses valiosos serviços, o restante da história humana seria breve e brutal. As plantas verdes, bem como as legiões de microorganismos e minúsculos invertebrados, são a matriz que sustenta a nossa existência. E eles o fazem por uma simples razão: por serem tão diversos geneticamente, o que lhes permite dividir seus papéis no ecossistema até um altíssimo grau de resolução; e são tão abundantes que pelo menos alguns ocupam praticamente cada metro quadrado da superfície da Terra. Suas funções no ecossistema são redundantes: se uma espécie é eliminada, muitas vezes já há outra capaz de se expandir e tomar o lugar daquela, pelo menos em parte. As demais espécies, em conjunto, constituídas sobretudo de "bichinhos" e "mato", governam o mundo exatamente do jeito como gostaríamos que ele fosse governado, pois, durante a pré-história, a humanidade evoluiu de modo a depender das ações combinadas desses seres e da garantia de estabilidade que a biodiversidade oferece ao mundo.

A Natureza viva nada mais é que o conjunto dos organismos em estado natural e o equilíbrio físico e químico que essas espécies geram por intermédio de sua interação. Mas também é nada menos que esse conjunto e esse equilíbrio. O poder da Natureza viva consiste em sua sustentabilidade por meio da complexidade. Basta desestabilizá-la, degradando-a para um estado mais simples, como a nossa espécie parece decidida a fazer, e o resultado pode ser catastrófico. Os organismos mais afetados provavelmente serão os maiores e mais complexos, inclusive os seres humanos.

Merecem mais respeito essas coisinhas minúsculas que governam o mundo. Como entomologista, farei uso dos insetos como argumento, na minha defesa conjunta da fauna e da flora da Terra, tão atacadas. A diversidade dos insetos é a maior já documentada entre todos os organismos: em 2006, o número total de espécies classificadas era de cerca de 900 mil. O número verdadeiro, somando as espécies já conhecidas e as que ainda estão por conhecer, pode ultrapassar 10 milhões. A biomassa dos insetos é imensa: cerca de 1 milhão de trilhões de insetos estão vivos a qualquer momento. Só as formigas, que talvez totalizem 10 mil trilhões, pesam aproximadamente o mesmo que todos os 6,5 bilhões de seres humanos. Embora essas estimativas ainda sejam rudimentares (falando

generosamente), não há dúvida de que os insetos estão no alto da escala animal em volume físico total. Seus rivais na biomassa são os copépodes (minúsculos crustáceos marinhos), os ácaros (pequeninos artrópodes semelhantes a aranhas) e, bem no ápice, os incríveis vermes nematóides, cujas vastas populações, provavelmente representando milhões de espécies, constituem quatro quintos de todos os animais da Terra. Será que alguém acredita que essas pequeninas criaturas existem apenas para preencher espaço?

As pessoas precisam dos insetos para sobreviver, mas os insetos não precisam de nós. Se toda a humanidade desaparecesse amanhã, não teríamos, é provável, a extinção de uma única espécie de insetos, exceto três formas de piolhos que se aninham na cabeça e no corpo humanos. Mesmo assim, continuaria a existir o piolho-dos-gorilas, uma espécie bem próxima do parasita humano, que permaneceria disponível para perpetuar pelo menos algo próximo da antiga linhagem. Dentro de dois ou três séculos, se o ser humano já tivesse desaparecido, os ecossistemas do mundo iriam se regenerar, voltando ao rico estado de quase-equilíbrio existente cerca de 10 mil anos atrás — menos, é claro, as muitas espécies que nós levamos à extinção.

No entanto, se os insetos desaparecessem, o meio ambiente terrestre logo iria entrar em colapso e mergulhar no caos. Imaginem os vários estágios desse cataclismo, tal como iria se desenrolar nas primeiras décadas:

*Três espécies de nematóides* (*vermes cilíndricos*) *com diversas especializações para uma existência independente ou parasítica.* (*De Richard C. Brusca e Gary J. Brusca*, Invertebrates [*Sunderland, Massachusetts: Sinauer Associates, 1990*]*, p. 350.*)

*A maioria das plantas que dão flores — as angiospermas —, privadas de seus insetos polinizadores, pára de se reproduzir.*

*Entre elas, a maioria das espécies de plantas herbáceas decresce até a extinção. Os arbustos e as árvores polinizados por insetos sobrevivem mais alguns anos, ou, em alguns casos raros, até séculos.*

*A grande maioria dos pássaros e outros vertebrados terrestres, privados da sua alimentação especializada de folhas, frutos e insetos, segue as plantas e cai na extinção.*

*Desprovido de insetos, o solo não é revolvido, o que acelera o declínio das plantas, uma vez que são os insetos — e não as minhocas, como em geral se pensa — os principais encarregados de remexer e renovar o solo.*

*Populações de fungos e bactérias explodem e prosseguem no auge durante alguns anos, enquanto metabolizam o material das plantas e animais mortos, que vai se acumulando.*

*Os tipos de relva polinizados pelo vento e um punhado de espécies de samambaias e coníferas se alastram pela maior parte das áreas desflorestadas e depois conhecem algum declínio, à medida que o solo se deteriora.*

*A espécie humana sobrevive, mas volta a viver de grãos polinizados pelo vento e da pesca marinha. Porém, com a fome generalizada durante as primeiras décadas, as populações humanas despencam para uma pequena fração de seus níveis anteriores. As guerras pelo controle dos recursos cada vez mais escassos, o sofrimento, o declínio tumultuado para um barbarismo da Idade das Trevas seriam sem precedentes na história humana.*

*Apegando-se à sobrevivência em um mundo devastado, e aprisionados em uma verdadeira Idade das Trevas do ponto de vista ecológico, os sobreviventes iriam rezar implorando a volta das plantas e dos insetos.*

A moral da história dessa minha previsão é: cuidado com os pesticidas. Nem pensem, de forma alguma, em diminuir o mundo dos insetos. Seria um erro grave deixar extinguir-se até mesmo uma única espécie de insetos, dos milhões que existem na Terra. Contudo, preciso acrescentar depressa, com raríssimas exceções. Eu votaria a favor da erradicação dos piolhos já mencionados (a acusação contra eles: limitam-se aos seres humanos, são um grave parasita da pele, ameaçam a qualidade de vida, transmitem doenças). Também não lamentaria a extinção dos mosquitos africanos do complexo *Anopheles gambiae*, especializados em alimentar-se de sangue humano, quando então transmitem a malária do tipo maligno. Melhor conservar o dna dessas espécies para pesquisas

futuras e deixá-los desaparecer. Não sejamos conservacionistas em termos absolutos, quando se trata de criaturas que se alimentam do ser humano.

No mundo real, é necessário controlar apenas aquela minúscula fração de espécies de insetos — talvez apenas um em cada 10 mil — que são prejudiciais ao ser humano. Na maioria dos casos, controlar significa reduzir e, se possível, erradicar populações dessas espécies em países onde elas são exóticas, em geral por terem sido transportadas por seres humanos, numa carona involuntária. Veja, por exemplo, a formiga-de-fogo, ou formiga-lava-pés (ordem *Solenopsis*) vermelha importada, que aflige o sul dos Estados Unidos desde os anos 1940, e recentemente se espalhou de lá para a Califórnia, as ilhas do Caribe, a Austrália, a Nova Zelândia e a China. Ela causa prejuízos anuais à agricultura da ordem de centenas de milhões de dólares. Sua mordida é dolorosa e por vezes fatal, quase sempre devido ao choque anafilático provocado pelo veneno. Ela já expulsou alguns insetos nativos e reduziu populações inteiras de animais selvagens. É óbvio que seria prudente exterminar populações invasoras da formiga-de-fogo vermelha — isso se os entomologistas descobrissem como fazê-lo. Mas o mesmo não é válido para o sul do Brasil e o norte da Argentina, onde essa formiga é nativa, ajustada ecologicamente por milhões de anos de coevolução com outras espécies nativas. Em seu habitat na América do Sul, elas estão em equilíbrio com predadores, patógenos e espécies competidoras. Se não fosse assim, teriam se extinguido há muitas eras. Já nos Estados Unidos, seus inimigos são menos numerosos e mais fracos. Eliminar suas populações alienígenas seria saudável tanto para as pessoas como para o meio ambiente dos países que elas colonizaram. Em contraste, retirá-las da América do Sul poderia causar danos aos ecossistemas em que já estão coadaptadas com outras espécies, com as quais vivem em harmonia.

Um dos imensos desafios da moderna disciplina da ecologia é classificar as vantagens e as desvantagens da Natureza viva, a fim de definir melhor a estrutura interna da biosfera. Há esperança de que, com o tempo, os pesquisadores aprendam de que forma os ecossistemas são montados, como se sustentam e, mais precisamente, como podem ser desestabilizados. A Terra é um laboratório no qual a Natureza (ou Deus, se o senhor preferir, Pastor) colocou diante de nós os resultados de incontáveis experiências. Ela fala conosco; vamos, então, ouvi-la.

# 5. Invasores alienígenas vindos do planeta Terra

Todos os moradores do sul dos Estados Unidos conhecem bem as formigas-de-fogo, mesmo que seja apenas por contato pessoal. Ainda que irritantes, elas também nos ensinam muito sobre o funcionamento — e o não-funcionamento — do mundo vivo, e já se tornaram parte do folclore americano. Conheci intimamente as formigas-de-fogo durante minhas excursões, quando menino, e venho estudando esses insetos durante toda a minha carreira de cientista. Nenhum outro inseto ilustra melhor a delicada complexidade dos ecossistemas e a facilidade com que se rompe o equilíbrio da Natureza pela intrusão de uma única espécie alienígena. Depois de escrever muitos relatórios científicos, achei que já tinha terminado de lidar com esses pequenos demônios com sua picada feroz. Pensava que pouco mais teria a aprender sobre elas. Foi então que um acontecimento notável as trouxe de volta à minha vida.

Eu estava concentrado no estudo das formigas do Caribe, ilha por ilha, desde Granada, no extremo sul, até Cuba e as Bahamas, no norte. Todo esse arquipélago é ideal para verificar como as plantas e os animais se dispersam pela água, colonizam as terras e formam ecossistemas. E, ainda, como acabam se extinguindo. Os 476 tipos de formigas que ocorrem nessas ilhas (segundo a última contagem, de 2005), em virtude da sua abundância e onipresença, são excelentes temas para uma análise ecológica. No estudo, as formigas-de-fogo se revelaram importantíssimas para os problemas humanos.

Esta é a minha história.

Na tarde de 10 de março de 2003, acompanhado por alguns outros biólogos de campo, entrei nas ruínas, escavadas por arqueólogos, da antiga cidade de Concepción de la Vega, localizada em um planalto no oeste da República Dominicana. Bem à nossa frente ficava um forte de pedras, todo em destroços, construído em 1496 sob a direção do próprio Cristóvão Colombo. À esquerda vimos os vestígios de um antigo poço, que, segundo dizem, foi usado pelos monges franciscanos que ali se estabeleceram no alvorecer do século xvi. À direita ficava uma área plana, que talvez fizesse parte do jardim do mosteiro, antes de esse lugar e a cidade construída em torno dele durante a corrida do ouro terem sido abandonados, na década de 1530.

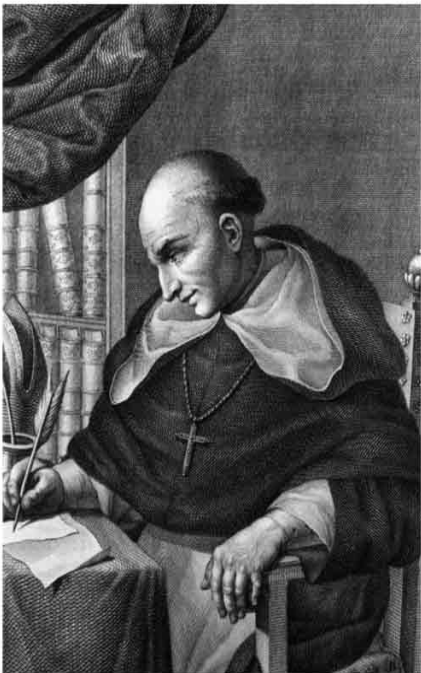
Um girassol solitário crescia na superfície estéril daquele espaço aberto. Em cima dele pululavam pequenas formigas de cor marrom-escura. Amontoadas nas axilas, havia famílias de cigarrinhas (ordem *Homoptera*, família Membracidae), estranhos parentes distantes dos afídeos, com uma saliência semelhante a uma barbatana de tubarão sobressaindo das costas. Quando afastei

as folhas para coletar espécimes, as formigas avançaram, mordendo e picando minhas mãos. Cada picada queimava como um palito de fósforo quase encostado na pele, e a maioria levantava um pequeno calombo que ficou coçando durante horas. Era óbvio que as formigas estavam protegendo as cigarrinhas.

Naquele exato momento, diante das estranhas circunstâncias, senti a certeza de ter resolvido um mistério de quinhentos anos. Ao fim de consideráveis esforços, compreendi a causa da primeira crise ambiental sofrida pelos colonos europeus no Novo Mundo.

Por volta de 1518, uma praga de formigas irrompeu na nascente colônia espanhola na ilha de Hispaniola. Esse acontecimento foi testemunhado pelo frei Bartolomé de las Casas, minucioso cronista da América colombiana ("que jura diante da divina palavra que tudo aqui dito e referido é verdade") e defensor dos índios do Caribe. Um grande santo, na minha opinião, jamais canonizado. Ele descreveu da seguinte maneira a cena no mosteiro, em sua *História geral das Índias*:

> Essa praga foi um número infinito de formigas [...] que mordiam e causavam dor pior do que as vespas que mordem e ferem os homens. As pessoas não conseguiam se defender dessas formigas à noite em suas camas, nem podiam sobreviver se as camas não fossem colocadas sobre quatro pequenas bacias cheias de água.

Em outro lugar, na recém-fundada capital de Santo Domingo, e em outras partes do que é hoje a República Dominicana, colônias de formigas destruíam jardins e pomares por todo lugar. Com o alastramento da praga, plantações inteiras de laranjas, romãs e cássias (canela-da-china) foram exterminadas. "Como se o fogo tivesse caído do céu e as queimado", relata o frei Bartolomé, angustiado, "elas ficavam completamente esturricadas e secas." A perda das árvores de cássia, que dão um purgativo muito usado na Espanha, foi especialmente infeliz. Os colonos, cuja renda provinda da mineração fora reduzida com a quase extinção dos índios Taino, em razão dos maus-tratos sofridos e de doenças, transformaram essa árvore em uma nova e importante fonte de renda.

*Frei Bartolomé de las Casas, historiador da América colombiana* (*1484-1566*) (© *Corbis*).

Frei Bartolomé acreditava que a praga foi uma demonstração da ira de Deus pelos maus-tratos infligidos ao povo Taino. Quanto aos espanhóis, qualquer que fosse sua opinião sobre a causa, trataram de buscar alívio perante os mais

altos escalões da autoridade:

> Quando os cidadãos de Santo Domingo viram crescer a aflição dessa praga, causando-lhes tamanho dano, e como não conseguiam acabar com ela por meios humanos, decidiram pedir ajuda ao Supremo Tribunal. Fizeram grandes procissões implorando ao Nosso Pai que os libertasse de uma praga tão daninha para seus bens materiais. E para receber a bênção divina mais depressa, pensaram em tomar um santo como advogado — qualquer um que porventura Nosso Senhor declarasse o mais adequado. Assim, certo dia, ao término da procissão, o bispo, os clérigos e a cidade inteira fizeram um sorteio para escolher qual dos santos da litania a Divina Providência acharia adequado lhes dar como advogado. A sorte recaiu sobre são Saturnino e, recebendo-o com felicidade e alegria como seu padroeiro, fizeram uma festa de grande solenidade em seu louvor, tal como têm feito a cada ano desde então.

E de fato, segundo frei Bartolomé, a praga, como por milagre, logo começou a recuar. Novas árvores foram plantadas e deram frutos. Até hoje há árvores cítricas e de cássia que proliferam por toda a República Dominicana, e continuam, de modo geral, livres dos ataques das formigas.

A praga das formigas diminuiu em Hispaniola, mas surgiu em outros locais do Caribe. No início dos anos 1500, um ataque desses insetos contribuiu para o abandono, em 1534, da aldeia de Sevilla Nueva, na Jamaica. Por volta da mesma época, enxames de formigas ameaçavam as plantações de mandioca na região hoje conhecida como Loíza, em Porto Rico, e, depois de um sorteio, a população nomeou são Patrício seu protetor. Quando uma praga semelhante afligiu Sancti Spíritus, em Cuba, a população se mudou para o outro lado do rio, e santa Ana foi escolhida para interceder junto aos céus.

No século xvii, as formigas atingiram um nível de quase praga em Barbados, acontecimento relatado por Richard Ligon em sua descrição da história natural da ilha, escrita em 1673. No século seguinte, uma praga de grandes proporções varreu as Pequenas Antilhas: Barbados em 1760, Martinica em 1763 e Granada em 1770. Nesta última, R. H. Schomburgk escreveu mais tarde na sua *História de Barbados*, de 1848, que "todas as plantações de cana-de-açúcar entre Saint George e Saint John, um espaço de cerca de vinte quilômetros, foram destruídas uma após a outra, e o país foi reduzido à mais deplorável condição". As formigas eram tão densas, acrescentou ele, que recobriam as estradas quilômetro após quilômetro. As marcas deixadas pelos cascos dos cavalos nas estradas permaneciam visíveis apenas por poucos momentos, e em seguida eram preenchidas pelas formigas.

Nenhum santo foi escolhido para salvar as plantações de cana-de-açúcar das Pequenas Antilhas, contudo foram oferecidas grandes recompensas — 20 mil libras esterlinas no caso de Granada — para quem encontrasse uma maneira de deter a maré de formigas. Nenhuma apareceu, mas no final isso não teve importância. Naquelas ilhas, tal como aconteceu em Hispaniola mais de dois séculos antes, a praga diminuiu por si.

Qual era a formiga causadora dessas pragas? Eis um mistério de identidade, semelhante a uma investigação criminal. Em 1758 Lineu, criador da moderna classificação taxonômica, deu à formiga causadora da praga o nome latino de *Formica omnivora* (formiga onívora), e nada mais do que isso. Hoje, seu econômico diagnóstico latino não dá uma idéia clara da identidade dessa espécie nos modernos sistemas de classificação. Tampouco consegui, tanto eu como outros entomologistas, localizar espécimes autenticados nas coleções lineanas em Estocolmo e Londres que nos permitam classificá-la com exatidão. Estudiosos do passado especialistas em formigas, inclusive o erudito William Morton Wheeler, um dos meus antecessores como curador de entomologia em Harvard, já haviam feito algumas especulações sobre qual das espécies de formigas ainda existentes na região do Caribe era a culpada; entretanto, as provas obtidas eram muito tênues e contraditórias para que se pudesse estabelecer uma conclusão firme. Hoje se sabe que Wheeler chegou bem perto, em um artigo de 1926 sobre o assunto, mas não atingiu o alvo. Para usar uma analogia dos tribunais, depois de Wheeler muitos pesquisadores apresentaram seus suspeitos, porém eles não dispunham de provas suficientes para elaborar uma acusação formal.

O enigma da praga de formigas do Caribe tem significado histórico (por exemplo, poucas outras criaturas já receberam um santo especialmente nomeado para lidar com elas). Mas, além disso, a resolução desse enigma é relevante para a nossa compreensão geral dos ambientes instáveis. O que era exatamente a *Formica omnivora*? Por que ela explodiu até alcançar proporções de praga? E, por fim, por que recuou depois de alguns anos, ou, no máximo, décadas?

Em meados dos anos 1990 decidi tentar solucionar esse “caso insolúvel” da entomologia. De tempos em tempos eu visitava as ilhas onde haviam ocorrido as pragas, examinando todas as espécies de formiga que conseguia localizar em seus habitats atuais. Debruçado sobre a literatura histórica, compilei todas as informações disponíveis sobre o aparecimento e o comportamento da *Formica omnivora*. A partir desses dados, cheguei a uma pequena lista de suspeitos, e depois a uma lista menor ainda. No final, após muita hesitação e várias meias-voltas, tomei minha decisão com base no que vi no mosteiro de Concepción de la Vega.

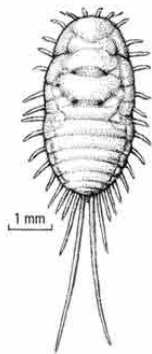
A praga do século xvi, concluí (tal como tinha concluído Wheeler utilizando evidências menos numerosas), era a formiga-de-fogo tropical. Conhecida pelos

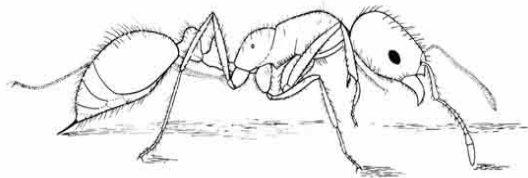
entomologistas pelo nome científico de *Solenopsis geminata*, é, sem dúvida, nativa do extremo sul dos Estados Unidos, da América Central e, é provável, da região tropical da América do Sul, mas se espalhou, levada pelo comércio humano, por grande parte das regiões tropicais e subtropicais do mundo. É uma espécie diferente da formiga-de-fogo vermelha, importada, do Sul dos Estados Unidos. As duas espécies de formigas-de-fogo mais relacionadas a ela ocorrem no sudoeste dos Estados Unidos. A formiga-de-fogo tropical talvez seja nativa do Caribe — ou, pelo menos, estava ali presente quando Colombo desembarcou pela primeira vez. Os índios Taino tinham um nome para ela, *jibijoa*, que, acredita-se, eles não inventaram entre 1492 e o extermínio final desse povo nas mãos dos espanhóis, quatro décadas mais tarde. Essa formiga, se não verdadeiramente nativa, mas pelo menos de origem pré-colombiana, foi transportada por acidente pelos Arawak, antepassados do povo Taino, de ilha em ilha, por todo o arquipélago das Pequenas Antilhas. Um excelente candidato a veículo de transporte são os carregamentos de mandioca, alimento muito apreciado pelos povos indígenas do Caribe.

E contudo — aqui o mistério se aprofunda. Se a formiga-de-fogo vivia nas plantações dos Taino e ao redor delas, por que esse inseto esperou pela chegada de Colombo para irromper como praga? Assumindo que a praga não foi castigo de Deus pelo genocídio dos Taino (e não posso excluir por completo essa hipótese!), a causa deve ter sido algo feito pelos espanhóis ao meio ambiente. Não pode ter sido simplesmente a plantação de hortas e pomares. A ilha de Hispaniola já era muito cultivada pelos 400 mil tainos que, calcula-se, lá viviam antes da ocupação espanhola.

A solução, como percebi ao ver as formigas e as cigarrinhas em Concepción de la Vega, está na aparência queimada das plantas moribundas. Esse não é um efeito produzido por nenhuma formiga conhecida, que poucas vezes consome a matéria das plantas. Resulta, porém, de severas infestações de insetos homópteros sugadores de seiva, incluindo os afídeos, as cigarrinhas (ordem *Homoptera*, família Pseudococcidae), insetos com escamas — e também as cigarrinhas da ordem *Homoptera*, família Membracidae. As formigas-de-fogo estão entre as que protegem esses insetos; em troca, os homópteros lhes oferecem um excremento líquido rico em açúcar e aminoácidos. Ao que parece, a causa mais provável das pragas foi a chegada a Hispaniola de um — ou mais de um — novo tipo de homópteros. Essas pestes, levadas para a ilha involuntariamente pelos espanhóis, de início sem encontrar oposição de nenhum parasita ou predador natural, se multiplicaram até formar densas populações. Os veículos mais prováveis nesse caso foram os plátanos, um tipo de banana trazido das ilhas Canárias em 1516 para ser cultivado como importante fonte de alimentação. As formigas, aproveitando-se da maior oferta de alimentos, se multiplicaram em suas novas pastagens, e a simbiose desses dois tipos de insetos

criou a praga.

*Uma cigarrinha* (Pseudococc longispinus) (*Cortesia de Csiro, Departamen de Entomologi De T. E. Woodward,*

*"Hemiptera*
*em*
The insects
Australia
[*Melbourne*
*University*
*Melbourne*
*Press, 1970*
*p. 429*.)

Os espanhóis, sem notar os homópteros sugadores de seiva em meio à miríade de insetos que abundavam em torno de suas plantações, ou, pelo menos, sem perceber o significado deles, compreensivelmente colocaram toda a culpa nas formigas, com suas dolorosas picadas. Foi só no final do século xviii, em Granada, que os naturalistas começaram a desconfiar da participação dos homópteros nas pragas de formigas do Caribe.

*Uma operária das formigas-de-fogo importadas deixa um rastro de odor desde uma fonte de alimentos recém-descoberta até seu formigueiro. O feromônio para esse rastro é excretado do ferrão.* (*Desenho de E. O. Wilson, de E. O. Wilson, "Chemical communication among workers of the fire ant* Solenopsis saevissima [*Fr. Smith*]*, 1: The organization of mass-foraging",* Animal Behaviour *10, no 1-2* [*1962*]*: 134-47.*)

Minha confiança na identidade da misteriosa *Formica omnivora* que atacou Hispaniola no século xvi se reforçou depois que eu próprio testemunhei uma praga de formigas-de-fogo, desde o início. Em algum momento no final dos anos 1920 ou início dos anos 1930, a formiga-de-fogo vermelha importada (nome científico: *Solenopsis invicta*) foi acidentalmente introduzida no porto de Mobile, no estado de Alabama. Quase com certeza, chegou de carona numa carga marítima vinda de algum lugar da sua região nativa, o Brasil central e o Norte da Argentina, provavelmente pelas vias de navegação do rio Paraná. Em 1942, quando eu tinha treze anos, por acaso estava estudando formigas para um projeto dos escoteiros no meu bairro, a apenas meia dúzia de quarteirões das docas de Mobile. Descobri um formigueiro alto, característico da formiga vermelha importada, um dos dois primeiros registros dessa espécie verificados nos Estados Unidos. Sete anos depois essa formiga tinha se espalhado em todas as direções a partir de Mobile, num raio de aproximadamente 130 quilômetros, formando densas populações em gramados, campos e trechos de estradas cobertas de

relva, chegando a cinqüenta ou mais formigueiros por acre, cada um deles contendo até 200 mil formigas operárias muito mal-humoradas. Pode-se dizer então que naquela época ela atingiu proporções de praga, talvez não tão severa como as da formiga-de-fogo em Hispaniola no século xvi, mas suficiente para causar alarme e problemas generalizados.

Na primavera de 1949, eu estava no segundo ano da Universidade do Alabama, imerso em meus estudos de entomologia, dedicando um interesse especial à biologia das formigas. O Departamento de Conservação do Alabama me contratou então para fazer uma pesquisa sobre a formiga-de-fogo importada e seu impacto sobre o meio ambiente. Assim, antes dos vinte anos eu já tinha conseguido meu primeiro emprego como entomologista! Devo muito à formiga-de-fogo. Naquela ocasião percebi que eu podia realmente ganhar a vida com a minha paixão de infância. Percorrendo com toda a minúcia possível a área infestada na companhia de um colega da universidade, Jim Eads, logo confirmei as preocupantes notícias anteriores. As formigas que observei em campo, e ratifiquei isso com experiências de laboratório, estavam prejudicando gravemente as plantações, em especial as hortas de verduras, ao transportar as sementes e se alimentar das raízes das novas mudas. Registrei muitos casos desses insetos atacando os filhotes de codornas e outras aves que fazem seu ninho no chão ou próximo ao chão. Constatei que as formigas, e seus grandes formigueiros, dificultavam as tarefas de arar, podar e colher e notei que às vezes elas invadiam casas, sobretudo nas áreas rurais. Todas essas desgraças foram confirmadas mais tarde por pesquisadores. Os estudos mais recentes revelaram muitas outras coisas. As formigas-de-fogo modificam o ambiente, ao reduzir a abundância e a diversidade de muitos outros insetos e outras espécies de invertebrados, assim como dos répteis. Elas são poderosas a ponto de deslocar ou diminuir populações de camundongos, e até de veados. Uma pequena porcentagem de pessoas, felizmente menos de 1%, tem uma reação alérgica ao seu veneno.

A piada que se conta hoje nas regiões atingidas nos Estados Unidos é que o nome dessa famosa praga, *fire ant* [formiga-de-fogo], deve ser pronunciado *far aint*. E quem conta a piada logo acrescenta: “Não se trata de uma pronúncia regional sulista. Quer dizer que as formigas vieram de longe (*far*), e que não vão embora (*ain't going away*)”. Trata-se de um jeito muito brando de apresentar o problema. É praticamente impossível deter a formiga-de-fogo vermelha importada, um inseto que faz jus ao seu nome científico latino, *invicta*. Uma vez estabelecida, a população se alastrou pelos estados americanos do litoral do golfo do México, espalhando-se também para o norte, até que os rigores do inverno se demonstraram excessivos para a sua fisiologia adequada a climas quentes. No presente, ela habita continuamente desde as planícies da Carolina do Norte até a parte central do Texas e, para o sul, ocupa toda a Flórida. Na década de 1980 a

formiga-de-fogo saltou para Porto Rico, sem dúvida levada por carregamentos comerciais, e penetrou também nas Bahamas, em parte das Pequenas Antilhas e em Trinidad. Nos anos 1990 colonizou o condado de Orange, na Califórnia. Como eu disse recentemente aos meus colegas entomologistas da Universidade da Califórnia em Davis: "Primeiro vocês vão ouvir um assobio que vem do sul, e logo em seguida elas estarão aqui".

Como ficou claro posteriormente, todos esses acontecimentos formaram apenas o primeiro capítulo do épico da praga das formigas. Conforme fui unindo as peças, tentando comprovar a identidade dessa espécie do Caribe, percebi que as provas ainda continham duas discrepâncias. Primeira, as formigas que invadiram Barbados, Granada e Martinica em meados do século xviii não picavam! Ou, pelo menos, não há nenhuma menção dessa característica tão gritante das formigas-de-fogo nos registros da época. Aqueles que foram picados por elas — uma experiência inevitável com o contato próximo — sem dúvida mencionariam o fato com destaque em seus relatos. Segunda falha: Richard Ligon, descrevendo em 1673 uma espécie com proporções de praga, ou quase praga, revelou que, quando as formigas encontravam algum alimento pesado demais para uma única operária carregar (tal como baratas mortas, as quais Ligon esmagava e dava para as formigas, por diversão), elas levantavam a carga em grupo e a transportavam para o formigueiro ao mesmo tempo. Já as formigas-de-fogo, em contraste, arrastam os alimentos grandes, ou os cortam em pedaços menores de modo a serem carregados por apenas um indivíduo.

Assim, ficou claro que havia dois tipos de formigas que causaram as pragas do Caribe: as formigas-de-fogo no século xvi em Hispaniola, e outro tipo, cerca de um século mais tarde, mais para o sul, nas ilhas menores das Pequenas Antilhas. Neste último caso, os principais suspeitos, praticamente os únicos restantes, são as espécies da formiga *Pheidole*. Hoje o gênero *Pheidole* é o mais diversificado e abundante do hemisfério ocidental, com cerca de 624 espécies conhecidas pela ciência. Como eu concluíra havia pouco um estudo minucioso sobre todas elas, incluindo a descrição de 344 espécies novas para a ciência, percebi de imediato que duas candidatas eram possíveis: a *Pheidole jelskii* e a *Pheidole megacephala*, conhecida como formiga-cabeçuda-urbana.

Logo eliminei a *Pheidole jelskii*. Embora essa espécie nativa seja uma das formigas mais abundantes e difundidas do Novo Mundo, com ocorrência em todo o Caribe, ela não se encaixa nos demais detalhes do perfil histórico daquelas pragas. Ela constrói formigueiros, com a forma de crateras, em campos abertos; não invade as casas e não se reúne em grandes massas. A *Pheidole megacephala*, por outro lado, se encaixa quase perfeitamente. Espécie importada, de origem africana, constrói formigueiros nas raízes das árvores e da cana-de-açúcar, de uma maneira já registrada em pragas de formigas; muitas vezes invade as casas e se transforma em grande praga doméstica, de acordo com Ligon em seus

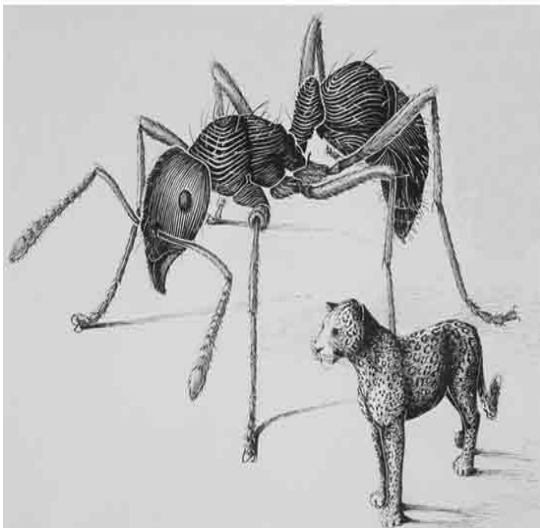
relatos do século xvii. E mais: ela forma colônias gigantescas e contínuas, capazes de dominar por completo áreas isoladas. Encontrei uma dessas supercolônias em Loggerhead Key, nas ilhas Dry Tortugas da Flórida, e outros entomologistas já as registraram em Bermuda e em Culebrita, perto de Porto Rico. Em algumas outras partes do mundo, inclusive o Havaí, essa formiga atingiu nos últimos anos proporções de praga, ou quase praga.

Se a *Pheidole megacephala* importada foi com efeito a causadora da segunda praga, outra característica desses insetos do Caribe passa a fazer sentido. Os três piores surtos depois dos anos 1500, os de Barbados, Granada e Martinica, começaram em 1760-70 — isto é, durante um período de dez anos, e todas se concentraram em plantações de cana-de-açúcar. É difícil explicar esse fenômeno, exceto pela chegada, relativamente tardia, de uma espécie importada — a própria *Pheidole megacephala* ou, o que é mais provável, já que uma formiga causadora de pragas já estava presente em Barbados em meados do século xvii, de insetos homópteros havia pouco introduzidos, com os quais ela formou uma simbiose. Esta última explicação é reforçada pelo fato de que a praga se concentrava nos canaviais, onde os homópteros podem se multiplicar em grandes números.

Das espécies de formigas conhecidas no mundo todo — quase 12 mil —, apenas treze se tornaram invasoras, pegando carona nas cargas comerciais transportadas pelo ser humano, colonizando novas áreas, e depois causando danos significativos, ecológicos ou econômicos. A maioria delas atingiu proporções de praga em alguma ocasião. Além das formigas-de-fogo e da formiga-cabeçuda, esse grupo seleto inclui a formiga *Monomorium destructor*, com seus hábitos secretos, nas ilhas de Cabo Verde, e a pequena formiga-de-fogo (*Wasmannia auropunctata*), que está devastando insetos e outros pequenos animais em Galápagos, na Nova Caledônia e noutras localidades tropicais. A formiga-argentina (*Linepithema humile*), outra peste cosmopolita, tornou-se um flagelo na ilha da Madeira e em partes da Austrália, da África do Sul e da Califórnia.

Não surpreende que insetos tão minúsculos tenham um impacto tão grande. Afinal, as formigas estão entre os animais de pequeno porte mais predominantes do planeta. Na floresta amazônica, onde já foram feitas medições desse fenômeno, elas formam a terça parte do peso seco total dos insetos, e, com os cupins, mais do que a quarta parte do peso seco total de todos os animais, somando-se os vertebrados e os invertebrados. Tais números provavelmente são igualados, ou quase, em outros lugares do mundo, pelo menos nas savanas, nos desertos e até mesmo nas florestas de temperatura quente. As formigas revolvem mais o solo do que as minhocas, e são os principais predadores e carniceiros dos animais de pequeno porte, na maioria dos habitats. É duvidoso que a humanidade pudesse sobreviver sem elas, mesmo se outros insetos sobrevivessem. Seu predomínio ecológico faz com que tenham mais chances do

que outros animais de serem transportadas pelos seres humanos. Além disso, para cada espécie daninha de formiga existem pelo menos dez espécies importadas, estabelecidas em alguma parte do mundo (sobretudo no sudeste dos Estados Unidos), que não são pragas — pelo menos até agora.

A história das formigas é um reflexo fatídico do que está acontecendo com o restante da vida no planeta. Com o aumento da globalização, do comércio e das viagens internacionais, aumenta também a difusão das espécies alienígenas, inteiramente como resultado da atividade humana. Todos os países são hospedeiros, em geral inconscientemente, de uma multidão desses seres invasores, uma maré que só tende a aumentar. O número de espécies exóticas de plantas, animais e microorganismos listadas pelo governo federal americano em 1993 era de 4500, comparado com um total de cerca de 200 mil espécies nativas americanas conhecidas. Mas com certeza essa estimativa é inferior à realidade. O número verdadeiro dos invasores, quando se acrescentam espécies raras e ainda ocultas de pequenos invertebrados e micróbios, pode chegar às dezenas de milhares. No Havaí, o estado americano que em termos biológicos sofreu a transformação mais radical, a maioria das aves terrestres residentes e quase a metade das espécies vegetais vieram de fora.

*Na Amazônia brasileira, e provavelmente em muitos outros habitats, as formigas, em conjunto, pesam mais do que a soma de todos os demais vertebrados terrestres (mamíferos, aves, répteis e anfíbios), numa proporção de quatro para um.* (*Desenho de Katherine Brown-Wing, em E. O. Wilson,* Success and dominance in ecosystems [*Oldendorf/Luhe, Alemanha: Instituto de Ecologia, 1990*], *p. 5.*)

Os Estados Unidos foram invadidos por espécies vindas de fora ao longo de toda a sua história. Quando incluímos na lista as pragas agrícolas e os agentes exóticos de doenças humanas, o custo total atinge centenas de bilhões de dólares por ano. O prejuízo se dá de várias formas. Um fungo asiático, por exemplo, exterminou a castanheira americana, que era a árvore predominante das florestas do Leste do país no início do século xx. Mexilhões-zebras, vindos do mar Negro ou do mar Cáspio, alastraram-se a partir do seu ponto de introdução nos

Estados Unidos, nos Grandes Lagos, e hoje entopem as válvulas das usinas elétricas e modificam os ecossistemas de água doce. Mas a espécie que mais faz gelar meu coração de conservacionista é a cobra marrom das árvores, proveniente do sudoeste do Pacífico. Poucas décadas depois de sua introdução na ilha de Guam, ao fim da Segunda Guerra Mundial, ela obliterou por completo todas as dez espécies de aves nativas da floresta que viviam na ilha, inclusive três que não se encontram em nenhuma outra parte do mundo. E, como se não bastasse, essas cobras são venenosas, atingem três metros de comprimento, e por vezes entram nas casas.

Tais espécies são apenas a ponta-de-lança da invasão. Entre outros imigrantes recentes que vivem confortavelmente nos Estados Unidos, contam-se o mosquito-tigre, o cupim de Formosa ("as térmites que comeram Nova Orleans"), o cabeça-de-serpente da família Channidae,* que se espalha de lagoa em lagoa, a micônia (um "câncer verde" das árvores e arbustos) e o adelgid do abeto-balsâmico, um homóptero semelhante a um afídeo que já destruiu grande parte da floresta de abetos do sul dos montes Apalaches. Tive o prazer perverso de unir os títulos de cinco livros recentes (todos muito bons) que detalham o impacto das espécies invasoras, a fim de contar essa história em uma só frase: os *Invasores alienígenas* são uma forma de *Poluição biológica*; tal como *Estranhos no paraíso* e a *Vida além dos limites*, eles se tornaram os *Menos desejados da América*.

No mundo todo, as espécies invasoras são a segunda principal causa da extinção das espécies nativas, precedidas pela destruição dos habitats pela atividade humana. No longo prazo, elas estão lentamente modificando a qualidade biológica do nosso planeta. Como até agora nosso sucesso em controlá-las se mostrou muito limitado, na maioria dos casos não temos alternativa senão esperar até a praga passar, como fez o povo das ilhas do Caribe com a formiga-de-fogo tropical e seu provável inseto simbiótico. Com o tempo, a maioria das pragas se acomoda e começa a viver dentro do que sobrou dos ecossistemas que elas ameaçaram, ou pelo menos junto a eles.

As razões para o recuo dos invasores são, de modo geral, desconhecidas. Provavelmente incluem o aumento do número e da eficiência dos parasitas, predadores e espécies concorrentes capazes de se ajustar a elas. Quanto tempo demora esse processo? Não há registro dos primeiros cronistas a esse respeito, mas parece que a praga de formigas do Caribe levou alguns anos, ou mesmo várias décadas, até regredir para níveis pelo menos seminormais. Depois de sessenta anos, a formiga-de-fogo vermelha importada parece estar regredindo um pouco no sul dos Estados Unidos; nesse caso, esforços ingentes para controlá-las surtiram efeito, pelo menos no âmbito local.

No longo prazo, o impacto mais insidioso dessa maré invasora é a homogeneização dos ecossistemas da Terra. À medida que as espécies nativas

recuam e desaparecem, substituídas por concorrentes superiores, vindos de outras regiões, a biodiversidade global vai declinando, e com ela as diferenças nas formas de vida de um lugar para outro. O pássaro de cabeça laranja-avermelhado que se vê na floresta tropical, quase inteiramente alienígena, das planícies de Oahu, no Havaí, é o mesmo que se vê no sul da Flórida e em seu país natal, o Brasil. A bela lisimáquia de flores roxas (família Lythraceae, gênero *Lythrum*) que adorna os pântanos da América do Norte, onde acaba eliminando, por sua predominância, as plantas nativas, é a mesma espécie que se alastra desde sua terra natal, na Europa, até o Japão, e de lá para postos avançados na Etiópia, na Austrália e na Nova Zelândia.

A homogeneização da biosfera é um fenômeno doloroso e também oneroso para a nossa própria espécie, e será mais ainda no futuro. Se quisermos detê-la, temos de aprender mais sobre a biodiversidade e sobre o que está ocorrendo com esse recurso natural tão precioso. Vamos pensar no que nós, e outros invasores, estamos fazendo para o restante das formas de vida do planeta — e também para nós mesmos.

* No original inglês, *pond-hopping snakehead fishes*. (N. T.)

## 6. Dois magníficos animais

Pastor! Não há palavras, não há nenhuma forma de arte que consiga captar toda a profundidade e a complexidade do mundo vivo — tal como os biólogos estão começando a compreender. Se um milagre é um fenômeno que não somos capazes de compreender, então todas as espécies são, de certo modo, um milagre. Cada tipo de organismo, em virtude das difíceis condições que o produziram, é profundamente único, e só com relutância mostra seus traços característicos.

Para transmitir melhor esse ponto essencial, permita-me falar sobre duas espécies que eu, pessoalmente, julgo de extraordinário interesse.

### o carcaju

Nunca vi um carcaju selvagem (em inglês, *wolverine*), e espero jamais encontrá-lo pessoalmente. Esse mamífero das florestas do norte, semelhante à doninha, é lendário pela sua ferocidade, astúcia e facilidade de se esconder. Robusto, ele mede de 90 centímetros a 1,20 metro de comprimento, pesa de dez a vinte quilos e é um dos menores predadores de topo dos ecossistemas do planeta. O carcaju se alimenta de qualquer coisa, desde ratos até cervos. É capaz de expulsar panteras e bandos de lobos, tomando deles os animais que mataram, e arrastar carcaças com o triplo do seu peso. Embora seu pêlo seja negro e espesso, não é um tipo de animal que você gostaria de acariciar. Tem dentes afiados, garras retráteis típicas de um predador e a cara de um urso em miniatura. Caminha com os pés chatos e bem rentes ao solo, de modo que, quando está parado, parece pronto para saltar e atacar. Em 1908 o naturalista americano Ernest Thompson Seton escreveu a respeito dessa espécie:

> Imagine uma doninha — e a maioria de nós consegue imaginar, pois já encontramos esse pequeno demônio da destruição, esse pequeno átomo de coragem insensível, esse símbolo de matança, insônia e de uma atividade incrível, incansável —; imagine essa criatura de uma fúria demoníaca, multiplique por cinqüenta, e você terá a aparência de um carcaju.

Os outros nomes que lhe são dados, como urso-diabo, urso-gambá, glutão, e até mesmo seu brutal nome científico, *Gulo gulo*, sugerem o abismo que existe entre o carcaju e a humanidade. Acrescente-se a isso a dificuldade de avistar esse animal na natureza. Os indivíduos são solitários e excepcionalmente

temerosos do ser humano. Percorrem um amplo território — hoje aqui, amanhã ali, e no dia seguinte já desapareceram.

No entanto, sua aparência feroz não é o motivo que me faz querer evitá-lo. A razão é que, para mim, o *Gulo gulo* é a personificação da natureza em seu estado selvagem, e sei que ainda existirão habitats intactos na Terra se ainda houver carcajus vagando por aí. Confio que eles vão resistir na vasta floresta subártica, em algum lugar da América do Norte ou da Eurásia, em lugares demasiado remotos para serem alcançados facilmente por veículos ou a pé. Os biólogos que estudam os animais selvagens precisarão ter ciência da situação geral do carcaju a fim de salvar essa espécie; mas espero que sempre haja partes remotas do território desse animal proibidas para os caçadores, e até mesmo para os cientistas. Por favor, deixemos que o carcaju continue ocultando alguns mistérios!

*Um carcaju.* (*Ilustração de* A field guide to mammals of Britain and Europe*, de F. H. van den Brink, traduzido por Hans Kruuk e H. N. Southern, ilustrado por Paul Parruel* [*Boston: Houghton Mifflin, 1968*].)

Certo dia, quando eu estava visitando a Universidade de Montana, em Missoula, um professor de biologia me contou uma história do tipo que eu mais gosto de ouvir. Um vizinho estava colocando armadilhas fotográficas no seu quintal. A casa ficava bem perto da fronteira com a área de Rattlesnake Wilderness [Área Natural das Cascavéis], que vai desde Missoula até o corredor de florestas do norte das montanhas Rochosas. A armadilha fotográfica tira fotos de animais que tocam em um arame estendido, ou interrompem um feixe eletrônico. Ela é ótima para captar imagens de animais noturnos raros e tímidos, que de outro modo jamais são vistos. Entre as fotos recentes, tiradas durante um período de algumas noites, disse o meu amigo, havia também — imagine — um

carcaju! Sabe-se que alguns se encaminham para o sul, chegando até o paralelo 48, a partir de seus redutos no Canadá. A chance de avistar um desses animais ao vivo é mínima, mas é emocionante apenas saber que eles existem e que podem até fazer uma breve visita, sem serem vistos, ao nosso bairro.

Esse incidente ilustra o chamado "efeito urso-pardo" da ética ambiental. É possível que nunca cheguemos a avistar pessoalmente certos animais raros — podemos lembrar o lobo, o pica-pau-bico-de-marfim, o panda, o gorila, a lula-gigante, o grande tubarão-branco, o urso-pardo —, mas precisamos deles como símbolos. Eles proclamam o mistério do mundo. São as jóias da coroa da Criação. Só saber que eles existem em algum lugar, estão vivos e passam bem é importante para o espírito, para que a nossa vida seja inteira. Se eles vivem, então a Natureza também vive. Com certeza nosso mundo estará em segurança, e nós estaremos numa situação melhor. Imagine o choque desta manchete: abatido o último tigre — a espécie está extinta.

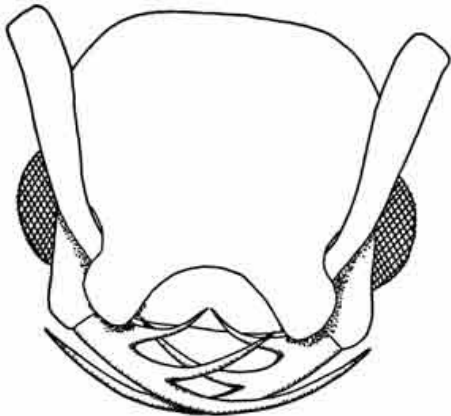
## a formiga pitchfork

Eis como eu vejo as espécies vivas: obras-primas, verdadeiras lendas. Espero viver o suficiente para ver o "efeito urso-pardo" alcançar também algumas criaturas pequeninas. Esse interesse tão agradável é, sem dúvida, um gosto adquirido, mas pode igualmente ter um impacto emocional. Meu exemplo favorito são as formigas do gênero *Thaumatomyrmex*. Esse nome científico, vindo do grego, significa "formiga maravilhosa". O gênero compreende uma dúzia de espécies distribuídas por diferentes regiões tropicais do Novo Mundo. São as formigas mais raras que existem, ou algo próximo disso. Em toda a minha carreira, durante numerosas excursões a lugares onde a *Thaumatomyrmex* poderia ser encontrada, consegui coletar exatamente dois espécimes. A captura de um único indivíduo — ou de algo mais sensacional, uma colônia inteira — é um acontecimento digno de nota entre os especialistas na biologia das formigas, sem dúvida um grupo pouco numeroso.

A *Thaumatomyrmex* não é uma formiga típica, daquelas bem conhecidas que seguem as trilhas odoríferas oriundas dos formigueiros em campos e florestas. Suas colônias são minúsculas, compreendendo no máximo dez ou vinte membros, que se escondem em formigueiros sem formato fixo, dentro de pedaços de madeira podre, no solo das florestas tropicais. As coletoras saem para buscar comida solitariamente. Elas não seguem trilhas e carregam suas presas sozinhas, sem a ajuda das companheiras.

A fama da *Thaumatomyrmex* entre os especialistas não provém, contudo, da sua escassez, mas sim de sua bizarra anatomia. Sua cabeça é completamente diferente da de qualquer outra espécie de formiga conhecida: pequena, côncava na frente e com enormes mandíbulas com o formato de um forcado. Os dentes,

ou pontas, desse forcado por vezes são tão alongados que, quando as mandíbulas se fecham, o par mais comprido se curva em torno do lado oposto da cabeça, aparecendo por trás da beirada posterior. Qual é a função desses estranhos instrumentos? Essa é, realmente, a pergunta que interessa. Os mirmecologistas — especialistas do ramo da entomologia que tem nas formigas seu objeto de estudo — já estudaram muitos tipos de formigas com mandíbulas de formatos estranhos, e a conclusão sempre é de que essas idiossincrasias servem para algum propósito altamente especializado. As formigas-soldados empregam suas mandíbulas em forma de foice como arma nas batalhas, perfurando a pele dos inimigos com pontas penetrantes como agulhas. As *Polyergus* do Amazonas têm mandíbulas em formato de sabre, e com elas matam as defensoras durante suas incursões para capturar escravos. As formigas de vários gêneros apanham a presa com mandíbulas alongadas que se fecham de súbito, como armadilhas para caçar animais. Em pelo menos uma dessas espécies, os dentes se moveriam mais rápido que uma bala de espingarda, se a formiga fosse do tamanho de um ser humano. Proporcionalmente, esse estalo das mandíbulas é o movimento mais rápido conhecido no mundo animal.

*A c*
Tha
pal
*Tór*
*Ver*
*Nec*
*Wel*

*gen*
Tha
*Ma*
*wit*
*of c*
*Ven*
*spe*
*For*
Bol
Ent
Ver
*1, n*
*65-*

As mandíbulas da *Thaumatomyrmex* não se parecem com nenhuma dessas várias formas. Então, para que elas servem? Para tentar descobrir, certa vez passei quatro dias caminhando pela floresta tropical da Costa Rica, onde alguns espécimes já haviam sido coletados por outro entomologista. Frustrado e deprimido, não encontrei um único indivíduo sequer dessa espécie. Por isso publiquei um apelo em *Notes from underground*, o boletim dos biólogos especializados em formigas. Existem, escrevi eu, diversas coisas que desejo saber a respeito das formigas, antes de subir para a Grande Floresta Tropical do Céu. Um dos mistérios que preciso solucionar, para a minha paz de espírito, é o que faz a *Thaumatomyrmex* com suas mandíbulas com formato de forcado.

O apelo funcionou. Não há nada mais gratificante para os cientistas mais jovens do que se exibir para os mais velhos. Não muito tempo depois, dois (jovens) entomologistas brasileiros avistaram uma *Thaumatomyrmex* carregando uma presa. Conseguiram acompanhá-la em seu caminho até o formigueiro. E eis o que eles encontraram, o que mais tarde foi confirmado em uma localidade da Amazônia por um entomologista alemão. A *Thaumatomyrmex* é uma predadora especializada em piolhos-de-cobra. A maioria dos milípedes é recoberta por placas duras que os defendem dos ataques de formigas e outros inimigos. Mas esses piolhos têm a pele macia, e sua proteção é uma densa camada de longos pêlos eriçados. Eles são o porco-espinho do mundo das centopéias; e as *Thaumatomyrmex* são as caçadoras de porco-espinho. Elas enfiam as mandíbulas em forma de forcados no meio desses pêlos, perfuram o corpo dos piolhos-de-cobra e os levam para casa. Ali passam a raspar os pêlos com escovas especializadas que têm nas patas dianteiras, mais ou menos como um fazendeiro depenando uma galinha. Depois retalham o piolho em pedaços e compartilham os bocados com suas companheiras de formigueiro.

## o maior dos legados

Tanto para o naturalista profissional como para o amador sério, existem incontáveis maravilhas como essas que são próprias do carcaju e da formiga *Thaumatomyrmex*. Sua importância científica pode ser modesta, ou chegar a romper os paradigmas conhecidos; quanto aos tipos de organismo, vão desde bactérias até baleias, de algas até sequóias. Para os que amam as aventuras e os desafios do mundo real para o corpo e para a mente, a Natureza é o paraíso na Terra. Nesse ponto, Pastor, nós dois com certeza concordamos. A Criação — quer o senhor acredite que foi colocada neste planeta por um único ato de Deus, quer aceite as evidências científicas de que ela evoluiu de maneira autônoma durante bilhões de anos — é a maior herança, além da própria mente racional, que já foi oferecida à humanidade.

# 7. A Natureza virgem e a natureza humana

Nossa relação com a Natureza é primal. As emoções que ela desperta surgiram durante a esquecida pré-história da humanidade e, portanto, são profundas e obscuras. Como as experiências de infância que se perderam da memória consciente, com freqüência são sentidas, mas raramente articuladas. Os poetas, no nível mais elevado da expressão humana, tentam fazê-lo. Eles sabem que algo fundamental se move sob a superfície da nossa mente consciente, algo que vale a pena salvar. Algo que evoca a espiritualidade que eu e o senhor, Pastor, temos em comum.

Assim nasceu um tipo diferente de literatura, e, com ela, o impulso de conservar a Natureza. George Catlin, o primeiro retratista dos índios americanos, expressou muito bem esse impulso criativo em suas observações de 1841:

> São muitos os aspectos rudes e selvagens nas obras da Natureza, destinados a tombar diante do machado mortal e da mão desoladora do homem que cultiva a terra; e assim, entre as categorias dos seres *vivos*, homens e animais, muitas vezes encontramos traços nobres, ou belas cores, às quais nossa admiração se apega; e até mesmo na marcha implacável das melhorias e dos refinamentos da civilização, gostamos de conservar esses traços com amor e dedicar nossos esforços a preservá-los em sua primitiva rudeza.

A atração gravitacional da Natureza sobre a psique humana pode ser expressa em um único termo, mais contemporâneo: *biofilia*, que defini, em 1984, como a tendência inata para se afiliar à vida e aos processos vitais. Desde a infância até a velhice, as pessoas de todas as partes do mundo sentem atração pelas outras espécies. A novidade e a diversidade da vida são apreciadas. Hoje em dia a palavra "extraterrestre" evoca, melhor do que nenhuma outra, as incontáveis imagens da vida inexplorada, substituindo a antiga palavra "exótico", antes poderosa, que atraía os viajantes do passado para selvas remotas e ilhas ainda sem nome. Explorar a vida e filiar-se a ela, transformar criaturas vivas em metáforas carregadas de emoção, inseri-las na mitologia e na religião — eis os processos fundamentais, facilmente reconhecíveis, da evolução cultural biofílica. Essa filiação tem uma conseqüência moral: quanto mais compreendemos outras formas de vida, mais o nosso aprendizado se expande, abrangendo a sua vasta diversidade, e maior é o valor que atribuímos a elas — e, inevitavelmente, a nós mesmos.

Surgiram duas novas disciplinas acadêmicas que sistematicamente se

dedicam aos temas gêmeos da biofilia e da conservação. A psicologia ambiental abrange todos os aspectos da relação entre o desenvolvimento mental humano e o meio ambiente. A psicologia da conservação, por sua vez, se concentra nas muitas facetas da biofilia, ajudando a conceber procedimentos de conservação mais efetivos para as espécies e os ambientes naturais.

É no desenvolvimento mental humano que se unem as percepções da Natureza viva e da natureza humana, assim como a ciência e a experiência religiosa. Nossas conexões com as demais formas de vida, e também com o amor, a arte, o mito e a destrutividade que fluem para a cultura a partir dessa relação, são produtos da interação entre o instinto e o meio ambiente. A parte instintiva é o que chamamos de natureza humana.

O que é, então, precisamente, a natureza humana? Essa é uma das grandes perguntas não só da ciência como da filosofia. Não são os genes que determinam a natureza humana. Tampouco são os elementos culturais universais, tais como o tabu do incesto, os ritos de passagem, os mitos da criação. Esses são *produtos* da natureza humana. Não, a natureza humana consiste nas regras hereditárias do desenvolvimento mental, expressas nos caminhos moleculares que criam células e tecidos, em especial do sistema nervoso e sensorial. As regras também estão prescritas nas células e tecidos que geram a mente e o comportamento. Manifestam-se como o viés específico com que nossos sentidos percebem o mundo. Aparecem nas propriedades da linguagem e nos códigos simbólicos com que o representamos. As regras do desenvolvimento não são absolutas; elas geram as opções que abrimos para nós mesmos. E tornam algumas opções mais agradáveis do que outras — música, sim; choro de bebê, não.

As regras do desenvolvimento ainda estão no estágio inicial de exploração pelos psicólogos e biólogos. Mesmo assim, as poucas que conhecemos abrangem diversas categorias do comportamento e da cultura. Elas afetam a maneira como percebemos as cores, de acordo com a codificação inata da recepção e transmissão pelas células dentro da retina, e direcionam nossas reações estéticas em relação às imagens visuais segundo o grau de complexidade e as formas abstratas elementares.

*O terror e o poder da serpente são expressos na maioria das culturas humanas. Esta é uma representação de um personagem andino misto de gato e cobra, provavelmente o herói Ai-Apaec*. (*De Balaji Mundkur,* The cult of the serpent [*Albany: State University of New York Press, 1983*]*, p. 129*.)

Em uma área totalmente diferente, as regras do desenvolvimento determinam a rapidez com que adquirimos aversões e fobias. As pessoas passam a temer mais depressa os objetos que eram perigosos ao ser humano pré-histórico, como cobras, aranhas, alturas, espaços fechados e outros antigos perigos da humanidade. O estímulo que dispara uma dessas profundas aversões pode ser uma única experiência assustadora. Levar um susto com o deslizar repentino de algo no chão pode gravar uma forte impressão na mente contra as cobras. Eu, pessoalmente, escapei dessa fobia, de algum jeito. Na verdade, sempre gostei de apanhar e segurar cobras, gosto que tomei como garoto naturalista. Por outro lado, tenho uma aracnofobia ligeira, porém inabalável, contraída em uma ocasião em que me enredei na teia de uma grande aranha-tecelã, aos oito anos de idade. Gosto de explorar cavernas — ali não sinto nenhuma claustrofobia; mas, devido a uma anestesia mal aplicada durante uma operação que fiz na infância, sinto verdadeiro horror só de pensar em ficar com o rosto coberto e os braços imobilizados. Em termos gerais, sou típico. Cada pessoa tem suas próprias experiências marcantes e seu perfil de aversões arcaicas. Apenas alguns poucos indivíduos de sorte carecem totalmente delas.

Em acentuado contraste com sua sensibilidade inata para os perigos arcaicos, as pessoas têm muito menos propensão a adquirir medo de facas,

armas de fogo, automóveis, tomadas elétricas e outros objetos perigosos da vida cotidiana moderna. A razão dessa diferença, acreditam os cientistas, está no tempo ainda insuficiente para a nossa espécie em evolução implantar reações no cérebro a essas ameaças mais recentes.

E o que dizer da biofilia? Um bom exemplo está bem à vista. Os pesquisadores já descobriram que quando pessoas de diversas culturas, incluindo as da América do Norte, da Europa, da Ásia e da África, têm liberdade de escolher seu local de residência e trabalho, elas preferem um ambiente que combine três características. Desejam morar em um lugar alto, com vista para fora e para baixo; de onde se possa ver uma área verde, com árvores esparsas e pequenos bosques, mais semelhante a uma savana do que a um campo relvado ou a uma floresta densa; e que esteja perto de uma fonte de água, tal como um lago, um rio ou o mar. Mesmo que todos esses elementos sejam puramente estéticos e não funcionais, como acontece nas residências de veraneio, aqueles que dispõem de meios para tanto estão dispostos a pagar preços elevados para obtê-los.

Não é só isso. Em testes com várias opções, verificou-se que as pessoas preferem que sua moradia seja um retiro, com uma parede, rochedo ou alguma outra coisa sólida na parte de trás. Elas desejam ver um terreno frutífero em frente ao seu retiro. Apreciam que animais grandes, silvestres ou domésticos, estejam espalhados pelo local. E, por fim, preferem árvores com galhos horizontais baixos e folhas divididas. Não deve ser coincidência o fato de o bordo japonês ser considerado por muitos, eu inclusive, a mais bela das árvores.

Esses caprichos da natureza humana não provam, mas pelo menos são consistentes com a hipótese da savana da evolução humana. Embasada em consideráveis evidências do registro fóssil, essa interpretação sustenta que os seres humanos de hoje continuam escolhendo habitats semelhantes àqueles em que a nossa espécie evoluiu, na África, durante milhões de anos de pré-história. Nossos distantes antepassados desejavam ficar ocultos em pequenos bosques com vista para uma savana ou em áreas de transição para florestas, examinando o terreno em busca de presas para perseguir, animais abatidos para recolher e deles alimentar-se, plantas comestíveis para coletar, inimigos para evitar. Um curso d’água nas proximidades fazia as vezes de limite territorial e fonte de alimentos.

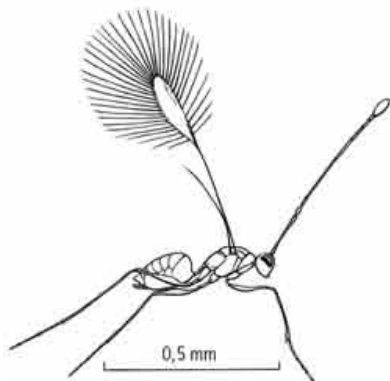
*Bordo japonês* (Acer palmatum). (*Foto de Peter Gregory. De J. D. Vertrees,* Japanese maples: Momiji and Kaede. *3*a *ed.* [*Portland, Oreg.: Timber Press, 2001*]*, p. 67. Usada com permissão.*)

De modo geral, temos aguda consciência das nossas preferências inatas, mas pouco refletimos sobre as razões pelas quais nos sentimos dessa maneira. Certa vez jantei na casa do falecido Gerald Piel, eminente escritor, editor e fundador da revista *Scientific American*. Eu sabia que ele não se inclinava a aceitar a idéia de uma natureza humana genética. Assim, tive considerável prazer em passear com ele na varanda de seu apartamento de cobertura, cheio de arbustos em vasos, e em sua companhia contemplar, doze andares abaixo, os bosques, as savanas e os lagos do Central Park. Só posso imaginar quanto essa vista acrescenta ao valor comercial daquele apartamento — graças às opções feitas pelos nossos antepassados africanos de eras remotas.

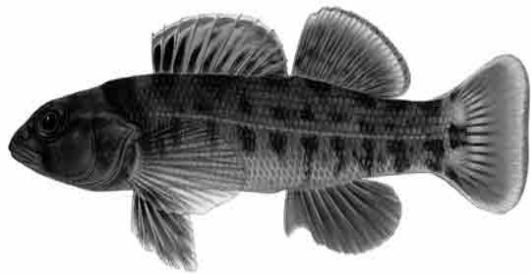
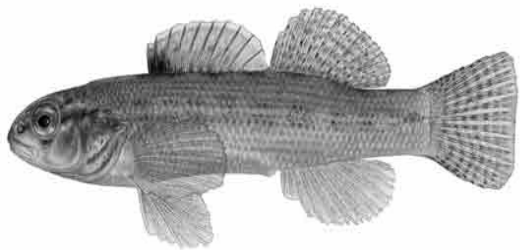
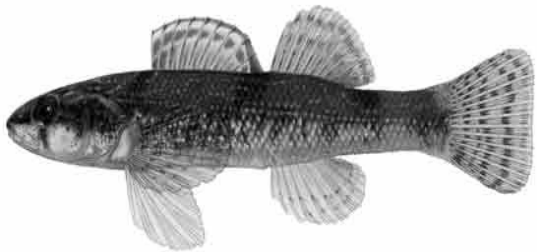
Será tão estranho que pelo menos um resíduo dessa escolha de habitat persista entre os instintos humanos? A busca programada pelo ambiente correto é

um comportamento universal das espécies animais, pela melhor das razões — trata-se de um imperativo para a sobrevivência e a reprodução. Meu exemplo favorito, suponho que por ser entomologista, é uma minúscula vespa parasita dos ovos do besouro-de-água (ordem *Coleoptera*, família Dytiscidae), designada em inglês pelo termo *fairyfly* (ordem *Himenoptera*, família Mymaridae). Depois de voar pela área e encontrar os lugares corretos para se acasalar, a fêmea começa a procurar uma presa. Então aterrissa na superfície da água, em algum lugar onde possa deixar seus ovos; no início, apenas fica parada, com seu corpinho minúsculo sustentado pela tensão da superfície. Para submergir, ela escava com as pernas atravessando essa tensão, pois é leve demais para mergulhar. Na seqüência, começa a nadar para baixo, usando as asas como remos. Ao chegar ao fundo, procura ao redor, tal como um mergulhador à cata de pérolas, buscando os ovos dos besouros-de-água, dentro dos quais insere seus próprios ovos. Tudo isso é conseguido com um encéfalo não maior do que um pontinho feito com a ponta de uma caneta bem fina.

Voltando ao *Homo sapiens*, seria extraordinário descobrir que todas as regras do aprendizado relativas ao mundo ancestral tivessem sido apagadas durante os últimos milhares de anos. O encéfalo humano não é, e nunca foi, uma tábula rasa.

*Uma* fair
(*gênero*
Mymar).

não pode ser erradicado, decerto podemos ver seus efeitos não só nas nossas preferências quanto ao habitat como também em outros aspectos do nosso bem-estar mental e físico. De fato, os psicólogos já descobriram que a simples visão de um ambiente natural, especialmente savanas ou campos com grupos esparsos de árvores, faz diminuir sentimentos de medo e raiva e provoca uma sensação geral de tranqüilidade. Em um estudo, os pacientes pós-cirúrgicos que podiam ver árvores pela janela se recuperaram mais depressa e precisaram de menos medicamentos para dor e ansiedade do que outros cujo tratamento foi idêntico, mas que só podiam ver paredes de edifícios. Em outro estudo, os prisioneiros em celas com vista para terras cultivadas adjacentes apresentaram menor taxa de doenças do que aqueles confinados da mesma forma, mas com vista para o pátio da prisão. Igualmente, funcionários de escritório relatam sentir menos estresse e maior satisfação com o trabalho quando podem olhar pela janela e ver um ambiente natural.

Confirmando ainda essas preferências na seleção do habitat humano, pacientes odontológicos que podem ver cenários naturais durante o tratamento registram pressão sangüínea mais baixa e menor nível de ansiedade. Pacientes em internação psiquiátrica expostos a vários tipos de pintura nas paredes reagiram de modo mais favorável às que representam ambientes naturais. Durante quinze anos de registros de ataques de pacientes a obras de arte, todos se dirigiram contra pinturas abstratas, nenhum contra uma representação literal da natureza. (Paz, artistas abstratos! Este relato não é uma crítica; sei que a proposta de vocês muitas vezes é provocar tudo, menos tranqüilidade.)

Embora essas várias linhas de evidências e outras de igual importância já citadas como exemplo sejam apenas fragmentárias, elas nos dizem que grande parte da natureza humana foi programada geneticamente durante os longos períodos em que a nossa espécie viveu em contato íntimo com o resto do mundo natural vivo. Hoje as pessoas da maioria dos países não dão mais importância a essa conexão. Elas expulsaram a Natureza viva para as margens da existência, e o declínio desta tem uma prioridade baixíssima na ordem das suas preocupações. Mas eu acredito que, com o aumento dos conhecimentos científicos sobre a natureza humana e a Natureza viva, essas duas forças criativas da auto-imagem humana irão unir-se. A ética central vai mudar, e fecharemos o círculo, passando a apreciar e valorizar todas as formas de vida — não apenas a nossa.

*Três espécies ameaçadas de peixes de água doce do sudeste dos Estados Unidos. A partir do alto:* Etheostoma trisella, Etheostoma phytophilum *e* Etheostoma douglasi. (© *Joseph R. Tomelleri. De Herbert T. Boschung Jr. e Richard L. Mayden,* Fishes of Alabama [*Washington, D. C.: Smithsonian Books, 2004*].)

parte ii

# Declínio e redenção

cegada pela ignorância, absorta apenas
em si mesma, a humanidade está
destruindo a criação. ainda há tempo
de assumir a tarefa de zelar pelo mundo natural — nossa obrigação para com as
futuras gerações humanas

## 8. A pauperização da Terra

Pastor, o senhor já deve saber que, segundo os registros fósseis e os melhores cálculos científicos, os últimos dinossauros desapareceram da Terra subitamente há 65 milhões de anos. Essa extinção foi parte de um Armagedom ambiental digno do Livro do Apocalipse. Um meteorito gigante, incendiando-se ao atravessar a atmosfera, caiu na superfície do planeta. Seu impacto, próximo à atual península de Iucatán, no México, atirou tsunamis altos como montanhas contra as áreas litorâneas em torno, cuspindo para o alto da atmosfera uma imensa nuvem de pó. O choque ressoou pela crosta terrestre como o bater de um sino, deflagrando erupções vulcânicas em todo o planeta. A poeira ejetada escureceu o céu e alterou o clima global. Todos esses efeitos, em conjunto, tornaram as terras e os mares inabitáveis para a maioria das espécies vegetais e animais. Os cientistas marcam esse evento como o final da Era Mesozóica, a Idade dos Répteis, e o início da Era Cenozóica, a Idade dos Mamíferos.

A extinção no final da Era Mesozóica teve seus precedentes. Foi a quinta vez que ocorreu uma perturbação de tamanha magnitude na história da Terra durante os 400 milhões de anos anteriores. Houve muitos episódios menores nesse intervalo, mas aqueles cinco grandes eventos foram os que mais influenciaram a história da vida no planeta.

*A* Papilio aristodemus ponceanus (*ordem* Lepidoptera, *subfamília Papilonidae*), *criticamente ameaçada. Sua ocorrência é limitada a apenas uma ilha nas Florida Keys.* (*De Susan M. Wells et al., eds.* The iucn invertebrate red data book [*Gland, Suíça: IUCN, 1984*]*, p. 427.*)

Agora, como resultado da atividade humana, teve início um sexto período de extinção. Embora não causado pela violência cósmica, seu potencial é suficiente para ser tão infernal como os cataclismos anteriores. Segundo estimativas feitas em 2004 por uma equipe de especialistas, apenas a mudança climática, se não for contida, poderá ser a causa primária da extinção de um quarto das espécies de plantas e animais terrestres nos meados deste século.

A lista das espécies eliminadas já é longa. Desde 1973, quando o Congresso americano aprovou a Lei das Espécies Ameaçadas para tentar estancar essa hemorragia, mais de uma centena de espécies americanas desapareceram. Já se foi o coqui dourado, um sapo das árvores de Porto Rico; uma borboleta da Califórnia, cujo nome em inglês é *lotis blue*, da família Papilonidae; o *Vermivora bachmanii*, cujo nome em inglês é *Bachman' warbler*, da família Parulidae, um pássaro migratório do leste dos Estados Unidos; e três das aves terrestres encontradas apenas em Guam, incluindo o *Myzomela cardinalis saffordi*, em inglês *colored cardinal honeyeater*, da família Cardinalidae, com suas cores vivíssimas. Os Estados Unidos são o campeão mundial de espécies de aves

perdidas no último quarto de século. O total é de cinco ou sete, dependendo de duas dessas formas serem classificadas como espécies, e não apenas como subespécies geográficas. A maior parte das perdas ocorreu no Havaí, conhecido como a "capital da extinção" da América, e um dos locais ricos em biodiversidade que mais foram vítimas da destruição biológica. Muitos outros países rivalizam e provavelmente superam os Estados Unidos quando se incluem todos os tipos de plantas e animais. Por exemplo, 266 espécies de peixes exclusivamente de água doce da península da Malásia já foram extintos, assim como quinze dos dezoito tipos de peixes exclusivos do lago Lanao, nas Filipinas, e cinqüenta espécies de peixes ciclídeos do lago Vitória, na África.

O declínio da biodiversidade da Terra é uma conseqüência involuntária de múltiplos fatores que foram intensificados pela atividade humana. Podemos resumir esses fatores no acrônimo Hipse,* em que a ordem das letras corresponde à sua classificação em destrutividade.

(Habitat) Perda dos habitats, inclusive aquela causada pelas mudanças climáticas induzidas pelo homem

(Invasões) Espécies invasoras (espécies exóticas daninhas, inclusive predadores, organismos causadores de doenças, e concorrentes dominantes que expulsam os nativos)

Poluição

Superpopulação humana, causa básica dos outros quatro fatores

Exploração excessiva (caça, pesca e coleta)

Quando uma espécie declina rumo à extinção, em geral não só um, mas dois ou mais desses fatores são responsáveis. Assim, o excesso de pesca marítima com redes de arrasto (E) destruiu também o habitat (H) no leito marinho do qual dependem espécies como o bacalhau e o hadoque. Quando uma ave ameaçada ou alguma outra espécie fica restrita a uma única pequena população, devido à destruição dos habitats (H), ela se torna mais suscetível aos predadores, aos invasores e às doenças (I), à poluição (P) e ao excesso de exploração (E). Boa parte da ciência da biologia da conservação se dedica a distinguir essas forças malignas, a fim de pesar sua importância e então tentar anulá-las.

Há uma enorme diferença entre as regiões temperadas e as tropicais quanto à perda da biodiversidade. Em primeiro lugar, de longe a maior parte da biodiversidade existe nos trópicos: mais da metade das espécies conhecidas de plantas e animais da Terra se confina às florestas tropicais. Os padrões da perda

também diferem. Durante os últimos dois milênios, o desmatamento se tornou grave primeiro nos países temperados. Ele se alastrou do Oriente Médio e do Mediterrâneo para a Europa, daí para o norte da Ásia e em seguida para a América do Norte. Por fim, no século xx, a destruição das florestas alcançou os trópicos.

Agora as florestas temperadas começaram uma regeneração limitada, especialmente na Europa e na América do Norte, com um aumento geral na cobertura florestal da ordem de 1% durante a década de 1990. As florestas tropicais, porém, continuam a recuar — diminuíram 7% durante a mesma década. Entre 1970 e 2000 o tamanho das populações das pradarias nas áreas temperadas sofreu uma queda de 10%, à medida que mais terras aráveis foram convertidas para a agricultura. Mas essa redução foi superada, em muito, durante o mesmo período, pelas populações das pradarias de áreas tropicais, que conheceram o impressionante declínio de 80%.

*Um pássaro recentemente desaparecido, a carriça* (*ordem* Passeriforme*, família Xinidae, espécie* Xenictus longipes) *da Nova Zelândia. A última população foi levada à extinção pelos ratos, na década de 1970.* (*De Tim Flannery e Peter Schouten,* A gap in nature: discovering the world's extinct animals [*Nova York: Atlantic Monthly Press, 2001*]*, p. 169.*) *Copyright 2001 © by Peter Schouten. Usada com permissão de Grove/Atlantic, Inc*.

Os ecossistemas de água doce sofrem pressão ainda maior do que as florestas e os campos. As populações humanas utilizam um quarto da água acessível liberada na atmosfera pela evaporação e pela transpiração das plantas e mais da metade das águas que transbordam dos rios e outros canais naturais. Estamos rapidamente exaurindo os lençóis aqüíferos do mundo todo, desde as Grandes Planícies dos Estados Unidos até a bacia do rio Amarelo, na China, e o

deserto irrigado da Arábia Saudita. Até 2025, cerca de 40% da população mundial pode estar vivendo em países com escassez crônica de água. De toda a água do planeta, inclusive a marinha, a água doce constitui apenas 2,5%, e a maior parte dela está presa nas calotas polares.

Não surpreende, então, que a taxa mais elevada de ameaça às espécies por unidade de área ocorra nos ecossistemas de água doce. Ali se encontra grande parte da biodiversidade do planeta, incluindo, por exemplo, 10 mil das 25 mil espécies conhecidas de peixes. Muitos sistemas fluviais já se aproximam do destino dos rios chineses, onde, sobretudo devido à poluição, 80% dos 50 mil quilômetros de rios não conseguem mais sustentar peixes de tipo nenhum. Além disso, muitos lagos podem ter o destino do mar de Aral, na Ásia Central. De 1960 até 2000, sua área se reduziu à metade, em virtude do assoreamento dos rios Amudária e Sirdária. Sua salinidade aumentou quase cinco vezes, e seus estoques de peixes entraram em colapso. Entre as catástrofes colaterais do mar de Aral, 159 espécies de aves e 38 espécies de mamíferos desapareceram dos deltas desses dois rios.

No mundo inteiro, em águas tropicais rasas, os recifes de corais — as chamadas “florestas do mar” —, tão ricas biologicamente, estão se acabando, embranquecidos em decorrência do aquecimento climático, atingidos pela poluição, dinamitados para o recolhimento de peixes, cortados por canais artificiais, escavados para servirem como material de construção. Os recifes em torno da Jamaica e de algumas outras ilhas do Caribe praticamente desapareceram. Até mesmo a Grande Barreira de Corais da Austrália, o maior e mais bem protegido recife de corais do mundo, declinou em 50% entre 1960 e 2000. No mundo todo, cerca de 15% dos recifes de corais já desapareceram, ou estão irreparavelmente prejudicados. Outra terça parte pode se perder nos próximos trinta anos, se as tendências atuais persistirem.

Nem mesmo o alto-mar está a salvo dos ataques do homem. Os peixes situados na parte mais alta da cadeia alimentar, que são os maiores e comercialmente preferidos, tais como o bacalhau e o atum, declinaram verticalmente em número por causa da pesca excessiva entre 1950 e 2000.

Embora se possa medir a destruição dos ecossistemas com alguma precisão por meio do sensoriamento remoto e de levantamentos locais, permanece sabidamente difícil avaliar as taxas de extinção das espécies. Por extinção entendemos o desaparecimento confirmado do último indivíduo de uma espécie, em todo o planeta. Alguns animais, tais como as aves e os mamíferos de maior tamanho, e em especial os que correm menos e têm a carne mais saborosa, são mais suscetíveis à extinção. Já se foram, por exemplo, o pássaro-elefante de Madagascar, todos os moas da Nova Zelândia, uma ave semelhante ao avestruz, e a vasta maioria das espécies de mamíferos da América do Norte com peso superior a dez quilos. O mesmo vale para os peixes que originalmente se

limitavam a um ou dois riachos de água doce. Quanto à maior parte dos insetos e outros pequenos organismos, ainda é difícil identificar e monitorá-los, o que impossibilita a realização de um recenseamento exato. Mesmo assim, usando vários métodos indiretos de análise, em geral os biólogos concordam que, pelo menos nos ecossistemas de terra e de água doce, as extinções atuais são, em termos gerais, cem vezes mais elevadas do que antes da chegada do moderno *Homo sapiens*, cerca de 150 mil anos atrás. Trata-se de uma estimativa de ordem de magnitude, ou de proximidade dessa potência de dez. Em outras palavras, a taxa de extinção é provavelmente mais de cinqüenta vezes e menos de quinhentas vezes maior do que a base de referência anterior à chegada do ser humano. Essa taxa, quase com certeza, deve subir para a ordem de magnitude de mil, ou mesmo de 10 mil, à medida que espécies hoje ameaçadas forem morrendo e os últimos remanescentes de alguns ecossistemas forem destruídos, eliminando assim as espécies restritas a esses habitats.

Os biólogos conservacionistas vêm dando especial atenção à luta das 5743 espécies conhecidas de anfíbios, incluindo sapos, rãs e salamandras, e também as cecílias, um pequeno grupo de espécies tropicais de corpo sinuoso. O acentuado declínio dos anfíbios nas últimas três décadas é considerado por muitos especialistas o fato precursor de uma queda similar no restante da biodiversidade global de plantas e animais.

Os primeiros sinais na crise dos anfíbios foram detectados mais ou menos simultaneamente em diversas partes do mundo durante os anos 1980. Na década seguinte, a extinção das espécies — em particular de sapos e rãs — foi reconhecida como um grande problema ambiental e recebeu um nome, o Fenômeno do Declínio dos Anfíbios. Em 2004 uma equipe internacional de especialistas em anfíbios relatou os resultados de um estudo abrangendo vários anos precedentes: 32,5% das espécies de anfíbios do mundo todo foram classificadas como ameaçadas de extinção, comparadas com 12% dos répteis, 23% das aves e 23% dos mamíferos. Muitas já tinham sido designadas como "criticamente ameaçadas" na Lista Vermelha da União Internacional pela Conservação da Natureza. Foram confirmadas como extintas 34 espécies de anfíbios (nove desde 1980 ) e 113 outras espécies classificadas como "possivelmente extintas" desde 1980. Destas últimas, nem um só espécime foi encontrado; contudo, a espécie só é formalmente considerada extinta quando pesquisas realizadas ao longo de extensos períodos de tempo se comprovam infrutíferas.

Essa contínua catástrofe biológica — e não há um nome mais ameno para designá-la — é ilustrada com eloqüência pela condição dos anfíbios do Haiti. Esse pequeno país do Caribe destruiu 99% das suas florestas e poluiu totalmente seus rios e riachos. Terra outrora célebre pela exuberante paisagem tropical e pela riqueza da fauna e da flora, hoje vê ameaçada a existência de pelo menos

46 das 51 espécies de anfíbios conhecidos. Destas, 31, ou seja, dois terços do total, são classificadas como criticamente ameaçadas, sujeitas à completa extinção no futuro próximo. Outras dez são consideradas apenas “ameaçadas” e cinco são “vulneráveis”.

A perda do habitat e a poluição são, manifestamente, as razões do declínio dos anfíbios do Haiti. Em outros lugares essas forças mortais lançadas pelo homem também estão em ação, quer isoladamente, quer, o que é mais provável, em combinação com outras. Todas elas são resultados não intencionais da atividade humana. A perda do habitat é a principal causa do declínio e da extinção dos anfíbios no Oeste dos Estados Unidos, assim como na Espanha, na África Ocidental e na Indonésia. E, exacerbada pelos efeitos limitadores da mudança climática, é o que provoca mais destruição na parte montanhosa da América Central e na floresta atlântica do Brasil. O alastramento de um fungo quitrídeo fatal foi um fator-chave na América Central e na região tropical do nordeste da Austrália, ao passo que a caça excessiva dos sapos é o agente primário no sudeste da Ásia continental.

Resumindo a situação em uma frase, Caco, o sapo, está doente. E o mesmo acontece, em diversos graus, com boa parte do restante do mundo vivo. Será que o próximo da lista é o *Homo sapiens*? Talvez sim, talvez não. Mas com certeza nós somos o meteorito gigante da nossa época, e iniciamos a sexta extinção em massa da história fanerozóica. Estamos criando um lugar menos estável e menos interessante para legar como herança aos nossos descendentes. Eles compreenderão a vida e a amarão mais do que nós, e não estarão inclinados a homenagear a nossa memória.

* Em inglês esse acrônimo forma a palavra "Hippo", hipopótamo. (N. T.)

## 9. Os riscos da negação da realidade

Caro Pastor, o que eu mais temo é a combinação generalizada de uma ideologia religiosa com uma ideologia secular que não vêem nenhum mal na destruição da Criação. O seguinte discurso poderia ser proferido por um visionário para quem a biodiversidade se revela de pouca importância e que vê a humanidade lucrativamente ascendendo para longe da Natureza, e não rumo a ela. Eis o que ele diz para os que desejam salvar a Natureza:

*Meus irmãos e minhas irmãs, não chorem pelo que logo vai desaparecer da face da Terra. Vida é mudança, e a extinção por vezes é uma coisa boa. Em vez disso, vamos celebrar a humanidade como uma nova ordem de vida, e o planeta "saqueado" como a nova biosfera. Deixemos que cada espécie que impede o progresso desapareça. Antes da chegada da humanidade, uma rotatividade de ecossistemas e de espécies sempre existiu. Ainda que o mundo fique empobrecido biologicamente ao promover os interesses da humanidade, nossa espécie não está em perigo. Se um recurso se exaurir, nosso gênio científico e tecnológico encontrará outro.*

*Olhe para o espaço, minha boa gente. Olhe para o céu! Não pense que o desaparecimento da flora e da fauna será um triste legado para as futuras gerações. Podemos conservar alguns parques naturais, da mesma forma como preservamos antigos edifícios históricos, para nos lembrarmos do passado. Talvez possamos até criar novos ecossistemas por meio da bioengenharia avançada e preenchê-los com espécies feitas por nós mesmos. Quem sabe quais criaturas maravilhosas seriam fabricadas? Elas seriam obras de arte, cada vez mais agradáveis esteticamente, e úteis de muitas maneiras. Um ambiente prostético e superior substituirá o antigo e primitivo ambiente.*

*Está ao alcance da tecnologia futura, e talvez de acordo com a divina providência, que as pessoas desabrochem, como nunca antes, em um ambiente completamente humanizado, um paraíso feito por nós mesmos. Essa é a trajetória predeterminada de uma espécie inteligente, altamente avançada. E eu lhes digo, esse é o nosso destino! Nas próximas gerações, os remédios serão sintetizados a partir de substâncias químicas prontas para o uso, os alimentos serão obtidos a partir de algumas poucas dezenas de espécies vegetais, geneticamente aperfeiçoadas, e a atmosfera e o clima serão controlados por fontes de energia sustentável, comandadas por computadores. E esta velha Terra continuará girando pelo espaço, como faz há bilhões de anos (ou, se vocês preferirem, 6 mil anos). O planeta se tornará uma nave espacial no sentido literal, não só metafórico. Nossas melhores mentes estarão lá, na torre de comando da Terra em sua viagem pelo*

*espaço, lendo gráficos nas telas, apertando botões, mantendo-nos em segurança.*

Essa é a filosofia do excepcionalismo, que supõe que o status especial da humanidade sobre a Terra nos coloca acima das leis da Natureza. O excepcionalismo assume uma de duas formas. A primeira, que expressei logo acima, é leiga: não vamos mudar de rota agora; a inteligência humana há de prover. A segunda é religiosa: não vamos mudar de rota agora, estamos nas mãos de Deus, ou dos deuses, ou do carma da Terra, ou do que quer que seja.

Uma alegre fé no destino humano descarta o restante dos seres vivos por meio de sucessivas atitudes de negação da realidade A primeira diz: "Ora, por que se preocupar? A extinção é algo natural". As formas de vida vêm desaparecendo ao longo de bilhões de anos de história, sem nenhum prejuízo evidente para a biosfera. Novas espécies constantemente nascem para substituí-las.

Tudo isso é verdade até certo ponto, mas há que se acrescentar um terrível fato novo. Com exceção da queda de meteoritos gigantescos ou outras catástrofes ocorridas mais ou menos a cada 100 milhões de anos, a Terra nunca experimentou nada semelhante a esse rolo compressor que é a humanidade contemporânea. No momento, a taxa global de extinção das espécies supera o nascimento de novas espécies em uma proporção de pelo menos cem para um, e logo vai aumentar para dez vezes mais que isso; e a taxa de nascimentos também cai com a perda de locais em que a evolução poderia ocorrer. Assim, o número de espécies está despencando. O nível original da biodiversidade provavelmente não será recuperado dentro de um período de tempo que represente algum sentido para a mente humana.

O segundo estágio da negação da realidade assume a forma de uma pergunta: "Afinal de contas, para que precisamos de tantas espécies? Por que nos preocupar, especialmente quando sabemos que a vasta maioria são bichinhos, ervas e fungos?". Um acadêmico religioso excepcionalista poderia acrescentar que uma imensa quantidade de criaturas descobertas pela ciência, como nematóides, encitraeídeos, rotíferos, gnatostomulídeos, oribatídeos, archaea e muitas outras, não são sequer mencionadas nas Sagradas Escrituras. É fácil ignorar esses bichinhos que se arrastam pelo chão e esquecer que apenas um século atrás, antes do surgimento do moderno movimento de preservação da natureza, aves e mamíferos nativos eram eliminados com igual desconsideração. Em apenas quatro décadas, a população de pombos-passageiros despencou de centenas de milhões para zero. O belo periquito da Carolina, vermelho e verde, antes uma praga abundante nos pomares, tornou-se uma longínqua recordação. O bisão da América do Norte e seu primo europeu *Bison bonasus* chegaram quase à extinção; faltaram somente mais algumas centenas de tiros de espingarda para eliminá-los. Só agora eles estão se recuperando, e apenas em parte. Hoje já se compreende melhor o que foi perdido, ou quase perdido

naqueles casos, devido às conseqüências não intencionais da ganância humana. Com o tempo, as pessoas passarão a valorizar também outras criaturas que por enquanto estão abaixo do seu nível de atenção.

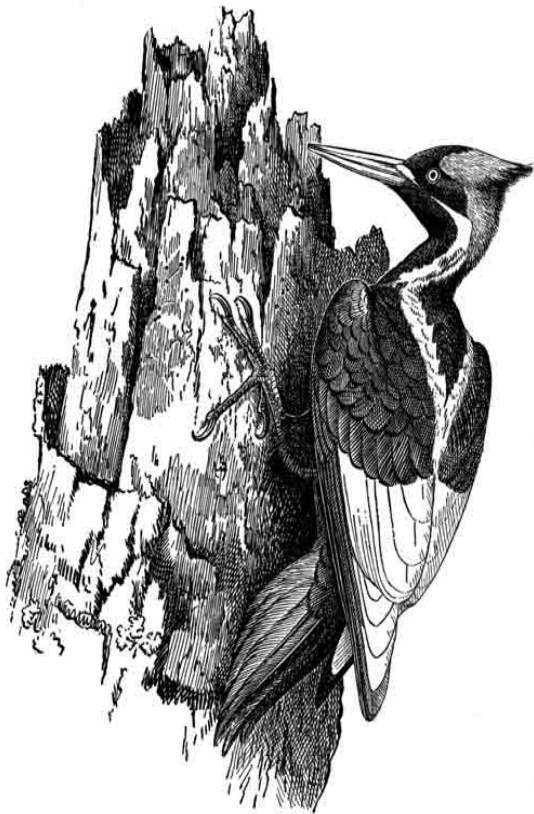
Cada vez mais serão compartilhados os conhecimentos adquiridos pelos biólogos, que nos dizem que essas formas de vida tão obscuras fazem a Terra funcionar para nós, e isso sem nenhum custo. Cada uma delas é uma obra-prima da evolução, finamente adaptada ao nicho do ambiente natural em que ocorrem. As espécies que sobrevivem ao nosso redor têm milhares, ou milhões, de anos de vida. Seus genes, testados a cada geração pela implacável seleção natural, são programas codificados por incontáveis episódios de nascimento e morte. Varrê-las da face da Terra de uma forma tão descuidada é uma tragédia que atormentará para sempre a memória humana.

Mesmo que reconheçamos tudo isso, surge, como é de se prever, o terceiro estágio da negação: Por que correr para salvar a biodiversidade logo *agora*? Temos coisas mais importantes a fazer. Precisamos dar prioridade ao crescimento econômico, à criação de empregos, à defesa militar, à expansão da democracia, à redução da pobreza, à medicina. Por que não coletar espécimes vivos de todas as espécies e cultivá-los em jardins zoológicos, aquários e jardins botânicos, a fim de que mais tarde possam retornar para a natureza? Sim, essa operação de salvamento é possível como último recurso, e de fato já salvou algumas plantas e animais à beira da extinção. Tais sucessos merecem comemoração e louvor, então me permita fazer uma pausa para falar sobre eles. O exemplo mais espetacular é o do tordo-negro das ilhas Chatham, arquipélago que fica a leste da Nova Zelândia. Em 1980, os ratos e os gatos selvagens introduzidos pelos colonizadores já tinham reduzido os tordos, antes abundantes, a um só casal reprodutor. Mantidos em cativeiro, “Old Blue” e seu companheiro, “Old Yellow”, se acasalaram e criaram os filhotes, e seus descendentes foram usados para repovoar parte do habitat original em duas daquelas ilhas. Em toda a história da conservação, esse foi o principal exemplo de uma espécie que escapou por um triz.

Old
*últi*
*sob*
*do*
*neg*
*das*
*Cha*
*pro*
*da*
*ain*
*sob*
(*Fo*
*Do*
*De*
*But*
*Do*
The

rob
[*No*
*Oxf*
*Uni*
*Pre*
*p. I*

Outro projeto do tipo “ressurreição de Lázaro” trouxe de volta o kestrel (família Falconidae, gênero *Falco*) da ilha Maurício, um pequeno falcão de cor castanha, limitado a essa nação insular do oceano Índico que no passado abrigou o dodô, símbolo mundial da extinção. Por volta de 1974, a contaminação do ambiente com pesticidas reduziu a população desse peregrino selvagem a apenas quatro indivíduos. Do mesmo modo que os últimos tordos-negros das ilhas Chatham, esses pássaros se multiplicaram em cativeiro, e hoje seus descendentes percorrem o que restou das florestas que margeiam as ravinas da ilha Maurício. Outras espécies ressuscitadas são o condor da Califórnia, que é a ave com maior envergadura de asas de todas as espécies americanas, e que, depois de reproduzir-se em cativeiro, foi devolvido à natureza no Grand Canyon; o belo cervo Pere David, limitado a zoológicos e parques após ter sido caçado até a extinção nos pântanos e florestas do nordeste da China (para onde logo deve voltar); o pato Laysan, das ilhas do Havaí, que chegou a ter somente sete sobreviventes e hoje, com boas perspectivas, soma quinhentos adultos; e ainda o grou americano, presença majestosa no coração da América do Norte, que chegou a ter apenas catorze adultos e foi considerada perdida para sempre em 1937, mas que conta atualmente com uma população de mais de duzentos

indivíduos.

*Um pica-pau-bico-de-marfim*. (*De James C. Greenway Jr.,* Extinct and vanishing birds [*Nova York: American Committee for International Wildlife Protection, 1958*]*, p. 358.*)

Um novo candidato, já famoso, ao título de "Lázaro ressurreto" é o pica-pau-bico-de-marfim, uma ave muito grande e vistosa do Sul dos Estados Unidos, às vezes chamada de "Pássaro Meu Deus do Céu", pois algumas pessoas diziam, quando o viam pela primeira vez, "Meu Deus do céu, o que é isso?". Foi considerado extinto em 1944, quando o último indivíduo conhecido foi avistado no Singer Tract, região florestal do nordeste do estado de Louisiana. Nos anos seguintes, observadores de pássaros o procuraram no pouco que restou do seu habitat predileto, as florestas de várzeas em planícies de aluvião. Rumores ocasionais davam conta de que alguém avistara um deles — comentários muito apreciados entre os naturalistas —, mas nada era confirmado. Quando a esperança de encontrá-lo ficou muito remota, o pica-pau se tornou o Santo Graal da ornitologia, um animal lendário, perseguido apenas pelos obcecados. Na primavera de 2005, porém, chegou uma notícia eletrizante: um macho fora avistado no ano anterior nas florestas inundadas (paludosas) do Cache River Wildlife Refuge [Refúgio da Vida Selvagem do Rio Cache], no leste do estado de Arkansas, o que foi confirmado por especialistas em oito novas ocasiões. Sua crista vermelha e as penas brancas na borda das asas são evidentes em fotografias e em uma fita de vídeo. O número de sobreviventes deve ser muito pequeno, já que, para sustentar um único casal, é preciso haver aproximadamente de quinze a quarenta quilômetros quadrados de florestas de várzeas. A reserva do rio Cache poderia sustentar de vinte a sessenta casais, em condições ótimas. Mas também é possível que todos os registros de aves avistadas sejam de apenas um único indivíduo.

O sucesso de alguns desses esforços desesperados e um ou outro caso de redescoberta de uma espécie supostamente perdida não devem nos iludir, nos induzindo a pensar que, com o tempo, presenciaremos a volta de muitos casos de biodiversidade perdida ao diminuto espaço que deixamos para a Natureza, tal como as terras de aluvião do rio Cache. Para esclarecer esse ponto, basta listar as espécies de aves nativas dos Estados Unidos que desapareceram no último quarto de século, juntamente com a data de sua derradeira avistagem. A maioria são espécies encontradas em ilhas, e duas delas, o pato-selvagem e a andorinha, talvez não cheguem à categoria de espécies: olomao (1980), pato-selvagem de Mariana (1981), papa-moscas de Guam (1983), kamao (1985), Oahu alauahio (1985), Kauai'oo (1987), uma andorinha cujo nome em inglês é *dusky seaside* (1987), um pássaro do Havaí chamado *ou* (1989) e poouli (2005). Como a maioria dessas espécies se limitava, desde o início, a pequenas áreas geográficas,

em contraste com o pica-pau-bico-de-marfim, há muito menos chances de que ainda sobrevivam.

Casos de recuperação de espécies criticamente ameaçadas permanecerão, é claro, como raras exceções. Assim, voltamos ao sonho da ressurreição de Lázaro. A dura realidade é que todos os jardins zoológicos do mundo são capazes de sustentar populações de reprodutores de, no máximo, apenas 2 mil espécies de mamíferos, entre as 5 mil existentes. Uma limitação semelhante acontece com as aves. Os jardins botânicos e arboretos têm mais capacidade de armazenamento, mas seriam inundados pelas dezenas de milhares de espécies de plantas que necessitam de proteção. O mesmo vale para os peixes que poderiam ser salvos nos aquários. Muita coisa positiva pode ser levada a cabo, no entanto a um custo considerável por espécie, e fazendo somente uma diferença mínima no problema geral.

E como podemos pensar em tais medidas de emergência para os milhões de espécies de insetos e outros invertebrados, a maioria ainda desconhecida da ciência — e, pior ainda, para as dezenas de milhões de microorganismos?

Não há nenhuma solução disponível, posso lhe garantir, para salvar a biodiversidade da Terra, além da preservação dos ambientes naturais em reservas grandes o bastante para manter as populações silvestres de forma sustentável. Só a Natureza pode servir como arca de Noé planetária.

Por isso tudo, Pastor, eis aqui uma prédica que ofereço para rebater o argumento do excepcionalista:

*Salvemos a Criação, salvemos toda a Criação! Nenhum objetivo menor é defensável. Como quer que tenha sido o surgimento da biodiversidade, ela não foi colocada neste planeta para ser destruída por uma das espécies, qualquer que seja ela. Este não é o momento — na verdade jamais chegará o momento — em que as circunstâncias justifiquem destruir o legado natural da Terra. Mesmo que tenhamos orgulho do nosso status especial, e justificadamente, é preciso manter em perspectiva a nossa capacidade de mudar o mundo. Tudo aquilo que o ser humano pode imaginar, todas as fantasias que podemos inventar, todos os nossos jogos, simulações, narrativas épicas, mitos, histórias, e também, sim, toda a nossa ciência — tudo isso fica reduzido a muito pouca coisa em comparação com as produções da biosfera. Até agora não descobrimos mais do que uma pequena fração das formas de vida da Terra. Não compreendemos inteiramente uma única espécie sequer, entre os milhões delas que conseguiram sobreviver ao nosso ataque maciço.*

*É verdade que a vida não-humana nos precedeu neste planeta. Seja por uma diferença de apenas um dia, segundo o Gênesis, ou por mais de 3,5 bilhões de anos, como mostram as evidências científicas, de fato somos uma espécie retardatária. A biosfera onde a humanidade nasceu já tinha passado por suas*

*crises, geradas pela própria Natureza, mas era, de modo geral, um sistema lindamente equilibrado e em bom funcionamento. Teria continuado a ser assim na ausência do* Homo sapiens. *Até hoje a natureza selvagem, tão reduzida, nos presta serviços relacionados ao ecossistema, tais como o manejo da água, o controle da poluição e o enriquecimento do solo — serviços que se igualam, em valor econômico, a tudo o que a humanidade cria artificialmente.*

*Pense nisso. Com uma população menor, que pode ser atingida dentro de um século, e um consumo* per capita *mais elevado e sustentável, difundido de maneira mais homogênea pelo mundo, este planeta pode ser um paraíso. Mas somente se conservarmos, junto conosco, as demais formas de vida.*

## 10. Fim de jogo

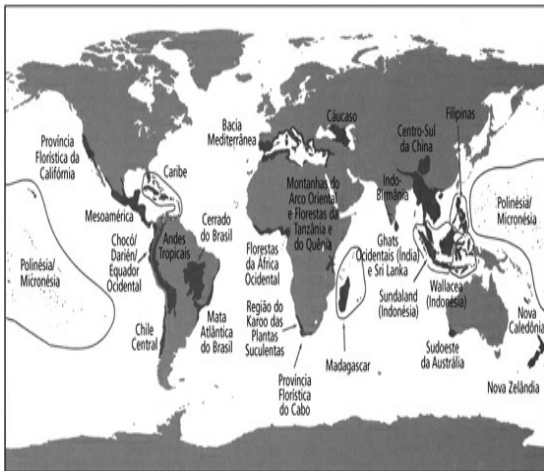
Agora que o ser humano deixou sua marca implacável, a sexta extinção em massa teve início. Até o final deste século, esse surto de perdas permanentes deve atingir, se não for controlado, um nível comparável ao do final da Era Mesozóica. Entraremos então em uma era que tanto os poetas como os cientistas talvez queiram chamar de Era Eremozóica, ou Idade da Solidão. Teremos feito tudo isso sozinhos, e conscientes do que estava acontecendo. A vontade de Deus não é desculpa.

Os primeiros cinco surtos de destruição necessitaram, em média, de 10 milhões de anos para serem reparados pela evolução natural. Um novo estágio de 10 milhões de anos de decadência é inaceitável. A humanidade tem que tomar uma decisão, e agora mesmo — conservar o legado natural da Terra, ou deixar que as futuras gerações se adaptem a um mundo biologicamente empobrecido. Não há como fugir dessa escolha. Já expliquei por que a opção dos jardins zoológicos e jardins botânicos não vai funcionar. Sabedores disso, alguns autores quixotescos já brincaram com a idéia de adotar medidas desesperadas como último recurso. Eles propõem que conservemos os milhões de espécies e raças sobreviventes mediante o congelamento extremo de óvulos fertilizados ou de amostras de tecidos, para uma ressurreição posterior. Ou, então, que registremos o código genético de todas as espécies e mais tarde tentemos recriar os organismos a partir deles. Ambas as soluções seriam de alto risco, extremamente onerosas e, no final, fúteis. Ainda que a biodiversidade ameaçada da Terra, em toda a sua imensidão, pudesse ser reanimada e reproduzir-se em populações à espera de um retorno àquilo que, no século xxii, será considerado "a Natureza", a reconstrução, por essa forma, de populações independentes viáveis está fora do nosso alcance. Os biólogos não têm a menor idéia de como construir um ecossistema autônomo complexo a partir do zero. Quando por fim compreenderem, é possível que descubram que as condições no planeta já totalmente humanizado tornam impossível tal reconstrução.

Para além dessas opções, resta uma última, que o excepcionalista poderia apresentar: "Tudo bem, continuemos a pauperizar a biosfera, na esperança de que algum dia os cientistas consigam criar organismos e espécies artificiais e reuni-los em ecossistemas sintéticos. Que as futuras gerações voltem a preencher os nichos naturais desaparecidos com tigróides programados para não atacar o ser humano, tigres sintéticos que brilham com luz artificial em florestóides, em meio a insetóides que não picam nem mordem". Existem palavras apropriadas para uma biodiversidade artificial como essa, mesmo que ela exista apenas na fantasia: profanação, corrupção, abominação.

Todas as soluções mencionadas acima já foram sugeridas, lamento dizer, por este ou aquele autor. Esses sonhos são fátuos. Não é hora de apelar para a ficção científica, mas sim para o bom senso e para a seguinte receita: os ecossistemas e as espécies só podem ser salvos se o valor único e especial de cada uma for compreendido, e se as pessoas que têm domínio sobre essas espécies forem persuadidas a servir como suas guardiãs.

A humanidade está estrangulada em um gargalo — uma situação de superpopulação e desperdício de consumo que só pode conhecer algum alívio ao final do século, quando se espera que a população global atinja o pico, com cerca de 9 bilhões de habitantes — ou seja, 50% mais do que havia em 2000 —, e então comece a retroceder. Durante o restante desse período de estrangulamento, o consumo *per capita* também irá subir, aumentando a pressão sobre o ambiente. Mas isso pode ser controlado, sobretudo por meio de tecnologias já existentes que aumentam a produção ao mesmo tempo que reciclam os materiais e se convertem em fontes de energia alternativas. Essa mudança parece inevitável em razão de um darwinismo no nível empresarial: as empresas e os países dedicados a aplicar e aperfeiçoar tais tecnologias serão os líderes econômicos do futuro.

Se desejarmos, podemos fazer com que uma parte maior dos ecossistemas e das espécies sobreviventes passem por esse gargalo. Os métodos para salvá-los já existem. Estão sendo aplicados em nível local e nacional no mundo inteiro, embora esporadicamente. O esforço atual ainda está longe de bastar para salvar a maioria das espécies já consideradas criticamente ameaçadas. Mas é um começo, e um começo amplamente compreendido e aprovado. O compromisso dos países independentes para agir de maneira decisiva vem aumentando depressa. Em 2002, 188 países haviam assinado a Convenção da Biodiversidade, iniciada dez anos antes na Cúpula da Terra do Rio de Janeiro, ou Eco-92 (os Estados Unidos, país isolacionista ideologicamente em todos os assuntos exceto aqueles ligados ao comércio, ao turismo e à expansão democrática, foram e continuam a ser não-signatários; os outros países que se recusam a assinar, no momento em que escrevo, em 2006, são Andorra, Brunei, Iraque, Somália, Timor Leste e o Vaticano). Em uma reunião em Johanesburgo, os signatários prometeram realizar ações de cooperação para reduzir significativamente a perda da biodiversidade até 2010. Ao mesmo tempo, 130 dos 191 membros da onu — mais uma vez, sem a participação dos Estados Unidos — modificaram sua Constituição a fim de proteger seu ambiente natural, na maioria dos casos incluindo, direta ou implicitamente, a biodiversidade.

*Vinte e cinco* hot spots *cuja rica biodiversidade está em situação mais crítica: áreas geográficas com grande número de espécies ameaçadas.* (*De Norman Myers et al., "Biodiversity hotspots for conservation priorities",* Nature *403* [*2000*]: *853*.)

Presenciamos agora uma corrida que vai decidir o destino da maior parte da biodiversidade do planeta. A escolha é simples: salvar a biodiversidade durante o próximo meio século ou perder um quarto, ou mais, das espécies. Já sabemos que esse Armagedom pode ser rapidamente vencido, ou perdido; sabemos disso com base nos nossos conhecimentos sobre a geografia da vida, da qual um princípio fundamental é que as espécies não ocorrem em uma distribuição homogênea na terra e no mar, mas sim em concentrações denominadas *hot spots* ou pontos quentes — áreas com alto grau de biodiversidade. Por exemplo, é muito mais provável encontrar uma espécie ameaçada em uma savana no interior da Flórida do que em um bosque de Wisconsin; em um riacho de montanha na Carolina do Norte do que em um rio de New Hampshire. Dessas áreas importantes, as mais críticas, que mais necessitam de atenção imediata,

estão espalhadas pelo mundo, às vezes em lugares surpreendentes. Entre os *hot spots* terrestres mais ameaçados, identificados pela Conservação Internacional em 2006, incluem-se os seguintes:

- A vegetação de sálvia do litoral e dos sopés das montanhas da Califórnia;
- As florestas tropicais do Sul do México e da América Central;
- As florestas e habitats de terra seca das ilhas do Caribe, especialmente Cuba e Hispaniola;
- As florestas tropicais nas regiões baixas e de altitude média dos Andes;
- O cerrado (savana) do Brasil;
- A mata atlântica do Brasil;
- As florestas e habitats de terra seca da bacia do Mediterrâneo;
- As florestas das montanhas do Cáucaso;
- As florestas da Guiné, na África Ocidental;
- Muitos habitats na região do Cabo, na África do Sul;
- Muitos habitats do Chifre da África;
- Muitos habitats de Madagascar, sobretudo as florestas;
- As florestas tropicais da cordilheira dos Ghats Ocidentais, na Índia;
- As florestas tropicais do Sri Lanka;
- As florestas do Himalaia;
- As florestas do sudoeste da China;
- A maioria das florestas da Indonésia;
- As florestas tropicais das Filipinas;
- As charnecas do sudoeste da Austrália;
- As florestas da Nova Caledônia;
- As florestas do Havaí e de muitos outros arquipélagos do Pacífico Central e Oriental.

Trinta e quatro dos *hot spots* mais ameaçados, ou, mais precisamente, os habitats intactos dentro deles, com toda a sua riqueza biológica, cobrem apenas 2,3% da superfície terrestre do planeta; contudo, são a moradia exclusiva de 42% das espécies vertebradas (mamíferos, aves, répteis e anfíbios) e 50% de suas plantas que dão flores.

Esses locais não são apenas pontos de concentração da biodiversidade. São também, devido à sua área limitada, o local onde se encontram muitas das espécies mais vulneráveis do planeta. A grande maioria das espécies classificadas na Lista Vermelha da União Internacional pela Conservação da Natureza como “ameaçadas” ou “criticamente ameaçadas” vive dentro desses 34 *hot spots*, incluindo 72% dos mamíferos da Terra, 86% das aves e 92% dos anfíbios.

As espécies são a unidade preferida de medição da biodiversidade porque

constituem, de modo geral, unidades naturais em evolução. Podem ser delimitadas com mais precisão do que os ecossistemas, e são mais fáceis de identificar do que os complexos conjuntos de genes que as distinguem de outras espécies.

As espécies apresentam uma desvantagem como unidades de medida da biodiversidade: muitas vezes ocorrem em grupos que evoluíram recentemente — em alguns casos extremos, há poucos milhares de anos. Como são muito jovens, as espécies "irmãs" nesses grupos tendem a diferir relativamente pouco uma da outra em sua composição genética. Será que existe uma maneira de medir a biodiversidade contando grupos inteiros, e não as espécies que os compõem? Sim, existe uma maneira, que remonta aos primórdios da formalização da nomenclatura taxonômica, em meados do século xviii. No sistema hierárquico utilizado, um grupo de espécies que são similares em seus traços característicos e, portanto, provavelmente têm parentesco genético próximo, é classificado como *gênero*. Os *gêneros* são conjuntos mais antigos, e mais divergentes, que podem ser usados em vez de espécies relativamente "baratas", para podermos retroceder no tempo e avaliar a biodiversidade. Quando fazemos isso, será que os *hot spots* mudam? A resposta é: sim, mas não muito; de modo geral eles permanecem iguais aos que se baseiam apenas nas espécies. Entretanto, sua ordem hierárquica muda, e do modo como explico a seguir. Entre esses locais mais ricos da Terra, o mais rico de todos, de longe o campeão com 478 gêneros de plantas e vertebrados que só se encontram ali, é Madagascar, antiga e grandiosa ilha na costa leste da África. Depois de Madagascar (com o número de gêneros exclusivos entre parênteses) vêm as ilhas do Caribe (269), a mata atlântica do Brasil (210), o arquipélago de Sunda, na Indonésia (199), as montanhas da África Oriental (178), a região do Cabo (162), na África do Sul, e o Sul do México mais América Central (138).

Os primeiros estudos sobre esses *hot spots* em geral se limitavam aos ambientes terrestres. Desde 2000, porém, análises semelhantes foram aplicadas a ambientes marinhos. Três das quatro principais zonas, ou seja, estuários, recifes de coral e outros habitats de águas rasas, e o leito marinho dos oceanos profundos, foram fragmentadas em áreas pequenas, com freqüência ameaçadas, tal como ocorreu com os *hot spots* terrestres. A quarta zona marinha, o alto-mar, também varia em riqueza biológica de uma parte do globo para outra, mas seus sistemas são difíceis de definir, pois muitos peixes oceânicos e outros organismos do mar aberto viajam longas distâncias.

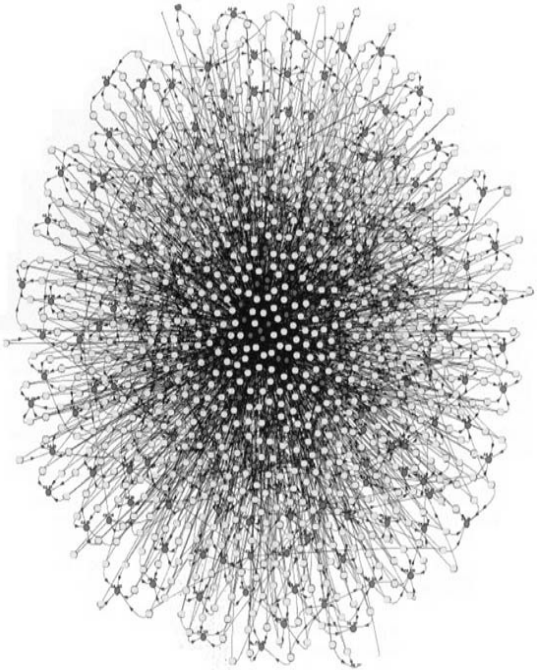
Resumindo até este ponto: hoje os resultados dos estudos sobre a biodiversidade global são suficientes para uma aplicação bem-sucedida à prática da conservação. Os biólogos já avaliaram o tamanho do problema e podem projetar muitas das conseqüências que se seguirão se as tendências atuais não forem controladas. Eles sabem como consertar o problema, ou pelo menos a

maior parte dele.

Com tudo isso em mente, passemos para o aspecto financeiro: quanto custará remediar o problema? Há quem tema que o custo de salvar a biodiversidade será tão alto que colocará em perigo toda a economia — isto é, a economia de mercado. Essa hipótese está errada. O custo para salvar a maior parte da fauna e da flora da Terra seria relativamente trivial para a economia de mercado — e, é claro, imensamente lucrativo para a economia natural. Em 2000 a Conservação Internacional patrocinou um congresso de biólogos e economistas intitulado *Desafiando o fim da natureza*, para tratar desse assunto. Após revisar os muitos métodos disponíveis naquele momento para garantir a sobrevivência das reservas de vida selvagem e, ao mesmo tempo, melhorar as economias locais, os participantes passaram a avaliar os custos. Concluíram que, para colocar um guarda-chuva de proteção sobre os 25 principais *hot spots* terrestres que eram reconhecidos na época (desde então foram acrescentados mais nove, totalizando os 34 mencionados), mais as áreas centrais das florestas tropicais que ainda permanecem — na bacia amazônica, na bacia do Congo e na Nova Guiné —, seria necessário um investimento de cerca de 30 bilhões de dólares. O benefício, se essa quantia fosse conjugada com uma estratégia prudente de investimentos e uma política externa eficaz, seria a proteção substancial para 70% da fauna e da flora terrestres do planeta. Pelo menos daria tempo para a humanidade conceber novos métodos e novas políticas de longo prazo. Esse investimento *único* (feito apenas uma vez), ou o seu equivalente aplicado ao longo de alguns anos, é aproximadamente um milésimo do produto mundial bruto *anual*, isto é, o Produto Interno Bruto de todos os países combinados. Por coincidência, esta última quantia, cerca de 30 trilhões de dólares, é também o valor estimado dos serviços prestados aos ecossistemas gratuitamente pelo que resta do ambiente natural da Terra.

Um estudo paralelo, realizado em 2004 por uma segunda equipe, avaliou quanto custaria proteger as áreas marinhas ameaçadas, o Segundo Éden do nosso planeta. Esses cientistas reconheceram que os oceanos não podem mais ser tratados como ilimitados ou invulneráveis. Os recifes de corais estão decaindo em decorrência da destruição física e dos efeitos negativos do aquecimento global. Todas as principais reservas pesqueiras de mar aberto estão funcionando abaixo do nível sustentável. E no mundo inteiro, boa parte do leito marinho menos profundo já foi arruinado pela pesca de arrasto. As reservas marinhas existentes dentro da faixa de 200 milhas, ou 370 quilômetros, de exploração econômica exclusiva dos países litorâneos, abrangem apenas 0,5% da superfície dos oceanos; e, exceto pelas restrições à caça às baleias, não há nenhuma proteção para as formas de vida em alto-mar. Se fossem delimitadas reservas em todas as zonas costeiras e no alto-mar, e se sua área fosse expandida o suficiente, teríamos como resultado a segurança para incontáveis espécies ameaçadas. Com

o tempo, tais reservas também aumentariam a quantidade permitida de pesca sustentável, já que serviriam de alimento para organismos marinhos que percorrem grandes distâncias. Regulamentar uma rede de reservas abrangendo de 20% a 30% da superfície dos oceanos custaria, anualmente, entre 5 bilhões e 19 bilhões de dólares. Essa despesa poderia ser coberta com a eliminação dos perversos subsídios atuais concedidos à indústria pesqueira, da ordem de 15 a 30 bilhões de dólares por ano — indústria que é a principal responsável pela pesca excessiva e pela queda das populações de espécies marinhas preferidas pelo homem.

A vida neste planeta não agüenta mais tantas pilhagens. Sem falar no imperativo moral universal de salvar a Criação, com base tanto na religião como na ciência, conservar a biodiversidade é o melhor negócio, do ponto de vista econômico, que a humanidade encontrou pela frente desde a invenção da agricultura. O tempo de agir, meu distinto amigo, é agora. Os fundamentos científicos são sólidos, e estão melhorando. Os que hoje vivem na Terra têm de vencer a corrida contra a extinção, ou então serão derrotados — e derrotados para sempre. Eles conquistarão honrarias eternas, ou o desprezo eterno.

*Esquema da actina, uma proteína essencial para a ação muscular, combinando seus vários estados químicos e as moléculas e reações que os alteram.* (*De Elizabeth Pennisi, "Tracing life's circuitry",* Science *302* [*2003*]: *1646-9*.)

parte iii

# O que a ciência aprendeu

os argumentos para salvar o restante
dos seres vivos provêm tanto da religião como da ciência. os princípios relevantes
da biologia, a ciência fundamental nesse discurso, são explicados aqui

## 11. A biologia é o estudo da Natureza

Na minha opinião, Pastor, a ascensão à Natureza e a restauração do Éden não necessitam de mais energia espiritual. Quanto a esta, já existe nas pessoas em superabundância. Em vez disso, a energia espiritual deve ser aplicada mais amplamente e direcionada com mais precisão por um entendimento da condição humana. A auto-imagem da humanidade elevou-se muito durante os últimos trezentos séculos. Alçada, num primeiro momento, pela religião e pelas artes criativas, ela pode voar ainda mais alto nas asas da ciência.

Para respaldar essa afirmação, apresento um resumo dos conceitos e das práticas científicas, em particular a biologia, a ciência de relevância mais imediata para os problemas humanos.

Apresso-me a acrescentar que não me refiro aos *cientistas*. A maioria dos pesquisadores, incluindo os prêmios Nobel, são viajantes que percorrem um caminho estreito, sem mais interesse na condição humana do que um leigo comum. Os cientistas são para a ciência aquilo que os pedreiros são para as catedrais. Se você encontrar um deles fora do local de trabalho, provavelmente verá alguém que leva uma vida comum, preocupado com as tarefas cotidianas e ocupado com pensamentos triviais. Poucas vezes eles dão asas à imaginação. Na verdade, a maioria nunca tem uma idéia de fato original. Ao contrário, vão farejando seu caminho em meio a enormes quantidades de dados e hipóteses (estas últimas, conjecturas bem informadas, que devem ser testadas), animados em algumas ocasiões, mas quase sempre tranqüilos e facilmente distraídos pelas fofocas nos corredores e por outros entretenimentos. Eles têm que ser assim. O cientista bem-sucedido pensa como poeta apenas em raros momentos de inspiração, se é que estes ocorrem; o resto do tempo ele trabalha como um funcionário da contabilidade. É muito difícil ter um pensamento original. Assim, durante uma parte significativa da sua carreira, o cientista se satisfaz em registrar números e calcular o balanço.

Eles são ainda como mineradores. As descobertas originais são o ouro e a prata da sua profissão. Se forem importantes, bastam para angariar prestígio acadêmico, e com ele a fama, os direitos autorais e uma cátedra universitária. Os cientistas, de modo geral, são modestos demais para serem profetas, se entediam com demasiada facilidade para serem filósofos, são confiantes demais para serem políticos. Carecem da esperteza das ruas, e também são facilmente enganados por charlatões e prestidigitadores de má-fé. Nunca peça a um cientista que teste as alegações de fenômenos paranormais. Peça, isso sim, a um mágico profissional.

O poder da ciência não vem dos cientistas, e sim do método científico. O poder, e também a beleza do método científico, está na sua simplicidade. Ele pode ser compreendido por qualquer pessoa e praticado depois de pouco treinamento. Sua estatura provém da sua natureza cumulativa. É produto de centenas de milhares de especialistas, unidos por uma única coisa em comum: o método científico. Poucos cientistas detêm mais do que uma pequena fração dos conhecimentos científicos disponíveis, mesmo dentro da sua própria disciplina. Mas isso não importa: seus colegas cientistas continuamente testam e acrescentam as outras partes, e todo o corpo do conhecimento científico permanece então à disposição. A invenção desse notável mecanismo para o aprendizado testável foi o único avanço na história humana registrada que pode ser chamado de verdadeiro salto quântico. No entanto, sua proeminência foi alcançada relativamente tarde no período geológico de vida da humanidade, e só após o intelecto humano já ter percorrido um longo e tortuoso caminho dominado pelo tribalismo e animado pela religião.

Vamos tentar definir uma cronologia básica. Milhões de anos atrás, havia apenas o instinto animal. Foi então que, provavelmente no nível do homem-símio, foram acrescentados os rudimentos da cultura dos materiais. Com a inteligência superior, veio o senso do sobrenatural, com demônios, fantasmas ancestrais e espíritos divinos povoando a mente humana. Sem ciência era preciso haver religião, a fim de explicar o lugar do homem no Universo. Nascidas dos sonhos, as imagens religiosas foram guardadas na cultura, de forma sacralizada, pelos xamãs e sacerdotes. Os deuses fizeram o homem. E os deuses que viviam na Natureza em torno cederam lugar a deuses que habitavam montanhas sagradas, lugares distantes e nos céus. Em algum lugar e de algum modo, lá nos primórdios do tempo, esses humanóides divinos criaram o mundo e governavam o homem. Os seres humanos, na evolução da sua auto-imagem, se elevaram acima da Natureza para seguir os deuses, como seus filhos e servos. As tribos firmemente guiadas pelos seus deuses pessoais eram unidas e fortes. Derrotavam as tribos concorrentes e seus falsos deuses. Também dominaram a Natureza, destruindo sua maior parte nesse processo. Seu destino, acreditavam eles, não era deste mundo. Viam a si mesmos como imortais, nada menos que semideuses.

Ao longo dessa trajetória, a partir da Europa seiscentista, surgiu uma auto-imagem alternativa radical. A arte e a filosofia começaram a se separar dos deuses, e a ciência aprendeu a funcionar com plena independência. Passo a passo, muitas vezes enfrentando a oposição dos seguidores das Sagradas Escrituras, construiu uma visão de mundo alternativa, baseada em uma imagem humana autoconfiante e possível de ser testada. Dobrando em crescimento a cada quinze anos durante a maior parte dos últimos três séculos e meio, a ciência examinou o coração na Natureza viva, encontrando ali uma força criativa vasta e autônoma, nunca antes imaginada. Essa imagem abarcou as rivalidades

religiosas e as reduziu a conflitos intertribais. A ciência se tornou o mais democrático de todos os empreendimentos humanos. Ela não é religião nem ideologia, e nada afirma além do que se pode perceber no mundo real. Gera conhecimentos da maneira mais produtiva e unificadora já concebida na história e serve à humanidade sem obedecer a esta ou àquela divindade tribal.

A biologia atualmente lidera a reconstrução da auto-imagem humana. Ela se tornou a mais predominante das ciências, superando as demais disciplinas, inclusive a física e a química, no tumulto criativo das suas descobertas e disputas. A chave para a saúde humana e para o manejo do meio ambiente vivo, ela assumiu extrema relevância no que diz respeito às questões centrais da filosofia, ao procurar explicar não só a natureza da mente e da realidade como também o significado da vida. Outro papel não menos importante: a biologia é a ponte lógica entre os três grandes ramos do conhecimento: as ciências naturais, as ciências sociais e as humanidades.

Os cientistas, cuja ética profissional se fundamenta na objetividade, em geral têm o cuidado de não exagerar o escopo de suas ambições em público. Mesmo assim, a partir dos ensaios e das conferências de seus líderes mais audaciosos, é possível elaborar um quadro abrangente dos grandes objetivos da biologia contemporânea. Eles são, creio eu, os seguintes:

• Criar a vida: completar o mapeamento de uma espécie de bactéria simples, no nível molecular, simular seus processos por meios computacionais e então construir bactérias individuais a partir das moléculas constituintes; ou, pelo menos, mostrar como essa construção pode ser realizada.
• Usando essa abordagem e combinando-a com conhecimentos sobre a química da Terra primitiva, reconstruir os passos que levaram à origem da vida.
• Avançando nessa mesma redução e síntese moleculares, agora passando para as células humanas, utilizar as informações com eficiência cada vez maior para curar doenças e reparar danos.
• Explicar a mente, por meio de modelos de transmissão química e elétrica, e a base molecular do crescimento das células nervosas e da formação das redes de neurônios; simular, então, a mente, com uma combinação de inteligência artificial e emoção artificial.
• Completar o mapeamento da fauna e da flora da Terra até o nível das espécies, incluindo os microorganismos, e expandir a exploração da diversidade, no nível dos genes, para cada uma das espécies.
• Empregar as informações, que crescem a um ritmo exponencial, acerca da diversidade dentro da biosfera para impulsionar a medicina, a agricultura e a saúde pública.

- Criar uma Árvore da Vida para todas as espécies e para os principais conjuntos de genes dentro delas, com vistas a determinar o trajeto das histórias evolutivas do passado. Enquanto isso, combinando essas informações com a paleontologia e com a história ambiental, estabelecer princípios definitivos quanto à origem da biodiversidade.
- Decifrar como as comunidades naturais estáveis se reúnem e se regulam, no nível das espécies; usar essas informações para proteger e estabilizar a biodiversidade da Terra.
- Estabelecer uma ponte, se não for possível unificar de uma vez, entre as ciências naturais, as sociais e as humanidades, explorando os fundamentos biológicos da mente e da natureza humana. Nesse processo, desvendar a coevolução dos genes e da cultura.

Comparada com esse cenário imaginado para a sua maturidade final, a biologia atual ainda é uma ciência primitiva em comparação com a física e a química. Como ela poderia então crescer até alcançar a altura das suas visões?

Considere, em primeiro lugar, como a ciência é construída. A biologia é uma ciência de três dimensões. A primeira delas consiste em um estudo das espécies individuais (por exemplo, um dado tipo de bactéria, ou de mosca drosófila), abrangendo todos os níveis hierárquicos de organização biológica que essa espécie já atingiu — desde as moléculas até as células compostas e energizadas pelas moléculas, os tecidos e órgãos construídos com essas células, os organismos constituídos por esses tecidos e órgãos, chegando até as sociedades e as populações de organismos e, finalmente, às interações das espécies, que formam os ecossistemas.

As espécies são populações geneticamente distintas que, em muitos tipos de organismos — mas não em todos, longe disso —, são separadas pela sua incapacidade de intercruzar em ambientes naturais. Por exemplo, todas as espécies que vivem em um determinado lago ou floresta são a comunidade viva desse lugar. Em combinação com os elementos não vivos — o solo, o ar e a água —, essas espécies compõem o ecossistema.

A primeira dimensão da biologia, repetindo, é o exame exaustivo das espécies individuais, desde a sua composição molecular até a posição que ocupam nos ecossistemas. Quanto à segunda dimensão, trata-se do mapeamento da diversidade biológica, ou “biodiversidade”, de todas as espécies de determinada parte do mundo, seja um habitat local, seja uma região, seja o planeta inteiro, juntamente com os ecossistemas que essas espécies formam e os genes que determinam os traços característicos da espécie. A terceira dimensão da biologia constitui-se da história de cada uma das espécies, ecossistemas e genes. Os ecologistas traçam a trajetória de uma espécie por meio das estações e das gerações, para compreender de que modo as populações aumentam e

diminuem. Ao expandir enormemente a escala da pesquisa, os sistematas e os geneticistas reconstroem a história da espécie ao longo de muitas gerações, o suficiente para testemunhar mudanças nos genes e, no nível mais elevado, a divisão das espécies em espécies-filhas.

Tente agora visualizar simultaneamente o alcance das três dimensões da biologia. Você não consegue, eu também não consigo, ninguém consegue — pelo menos por enquanto. Existem incontáveis milhões de espécies. A grande maioria permanece desconhecida para a ciência. Examinada em uma fatia do tempo, cada espécie é uma criação única: seu código genético foi construído por uma trajetória de uma complexidade quase inimaginável de mutações e de seleção natural que levou aos atuais traços que a definem.

Cada espécie é um mundo em si. É uma parte única na Natureza. No instante em que essa espécie atrai a sua atenção, ela está espalhada à sua frente como o conjunto dos seus organismos-membros, distribuídos na paisagem em determinados padrões. Na sua imaginação, deixe o relógio correr, e então acelere cada vez mais. Os organismos constituintes se dispersam e morrem, enquanto novos nascem; estes também se dispersam e morrem; e assim por diante, até que a população inteira de organismos declina e por fim se extingue. A dinâmica da população é controlada por mudanças no ambiente — fortes chuvas ou secas, o avanço ou o recuo de predadores e de elementos patogênicos, a abundância ou a escassez de alimentos, entre outras. Esses fatores e a maneira como influenciam um ao outro fazem com que a espécie se expanda ou contraia, penetre novos habitats ou decaia até a extinção.

Finalmente, tente imaginar a superposição de milhões de tais espécies, evoluindo e avançando no tempo; depois volte, na imaginação, pela história passada de cada uma delas, em todos os níveis de organização, do gene até o ecossistema. Eis aí, em resumo, a complexidade transcendente da biologia do futuro, que só podemos prever vagamente. Ali se encontra um novo palco para a energia espiritual.

## 12. As leis fundamentais da biologia

Gostaria agora de apresentar o assunto de uma maneira diferente. O melhor meio de compreender a importância da biologia para a condição humana é pensar nessa ciência de cima para baixo — primeiro em suas leis mais gerais, depois, em blocos de tamanho decrescente, nas particularidades governadas por tais leis.

Na biologia, uma lei consiste na descrição abstrata de um processo que, segundo sugerem as evidências, é universal nos sistemas vivos e possui uma inexorabilidade lógica para esses sistemas. Os cientistas já chegaram a um consenso sobre duas leis que podemos chamar de leis fundamentais da biologia. A primeira diz que todas as propriedades conhecidas da vida obedecem às leis da física e da química. Isso não significa que todas as propriedades podem ser explicadas diretamente pela física e pela química; significa apenas que, quando a complexa maquinaria da vida é subdividida em seus elementos e processos, essas partes, e o que se sabe sobre a interação entre elas, se conformam ao que conhecemos da física e da química.

A divisão de uma célula, vista através de um microscópio óptico de luz visível, não se submete diretamente a uma explicação físico-química. Não podemos ver diretamente os processos físicos e químicos. Mas as moléculas que compõem as células e a coreografia da sua duplicação, essas sim se submetem a esses processos. As propriedades das células como um todo são chamadas de "emergentes", ou seja, elas surgem a partir das interações entre as moléculas. Entretanto, devido ao grande número e à complexidade dos processos que se dão em tal nível, os movimentos não podem ser prontamente deduzidos com base nos princípios da física e da química. Segue-se daí que até que essas interações sejam compreendidas em detalhes — um passo que provavelmente só será dado com a ajuda de modelos matemáticos e simulações em supercomputadores —, a divisão das células deve ser descrita, em parte, no nível celular, com uma linguagem diferente daquela da física e da química.

Assim, uma propriedade emergente pode ser definida como uma propriedade tão complexa, e tão mal compreendida, que, para descrevê-la, temos de lançar mão de um conjunto de imagens e denominações diferentes daquelas usadas para os processos que criam essa propriedade. A maior parte da biologia consiste de propriedades emergentes e, portanto, no momento só podem ser conectadas vagamente, em explicações causais, à física e à química.

O vínculo crucial entre a biologia e as ciências físicas é a estrutura do dna, a molécula que contém o código da hereditariedade. Em 1953 James D. Watson e

Francis H. C. Crick apresentaram a estrutura química dessa "chave da vida". Talvez eu esteja traçando uma linha fina demais nesse assunto, mas creio que se pode dizer que as três sentenças abaixo, extraídas do relatório Watson-Crick, fizeram nascer a biologia molecular, e assim decisivamente confirmaram a primeira lei da biologia:

> Desejamos apresentar uma estrutura radicalmente diferente para o sal do ácido desoxirribonucléico. Essa estrutura tem duas cadeias helicoidais, ambas enroladas em torno do mesmo eixo [...] Não escapou da nossa atenção o fato de que esse pareamento específico que nós postulamos sugere imediatamente um possível mecanismo de cópia para o material genético.

Hoje a biologia molecular e a biologia celular, as disciplinas que contam com mais apoio e atividade por parte da sociedade, continuam lidando com os dois níveis mais baixos da organização biológica — a molécula e a célula. Elas se concentram em algumas poucas espécies selecionadas pelos seus traços especiais. Por exemplo, a bactéria *Escherichia coli* (em geral abreviada como *E. coli*) é importante pela sua simplicidade genética e pelo curtíssimo tempo de reprodução. O nematelminto *Caenorhabditis elegans* (ou *C. elegans*) é muito estudado pela simplicidade do seu sistema nervoso e do seu comportamento; e, como não poderia deixar de ser, os humanos, para quem praticamente a mais ínfima das informações tem valor, tanto fundamental como prático.

Tanto a biologia molecular como a celular estão no período da história natural do seu desenvolvimento. Essa caracterização, talvez surpreendente, pode ser esclarecida com uma metáfora. A célula é um sistema que consiste em um número imenso de elementos e processos em interação. Em um sentido fundamental, ela é equivalente a um ecossistema, tal como uma lagoa ou uma floresta. As moléculas que constituem a célula equivalem às plantas, animais e micróbios que compõem a parte viva do ecossistema. Os dois níveis, células e ecossistemas, já foram igualmente bem explorados até o presente. Os biólogos moleculares e celulares estão descobrindo vastas quantidades de proteínas e outras moléculas.

Esses pesquisadores são os Humboldts, os Darwins e outros naturalistas-exploradores de uma nova era. Trabalhando em laboratórios, felizmente livres de picadas de mosquitos e bolhas nos pés, eles avançam pelas regiões ainda não mapeadas, nos níveis inferiores da organização biológica. Seu objetivo não é criar princípios fundamentais, os quais tomam de empréstimo, sobretudo da física e da química. Seu sucesso espetacular vem da tecnologia, inventada e aplicada com gênio criativo. Eles tornam visíveis, por meio da cristalografia, da imunologia, da substituição gênica e de outros métodos, a anatomia e as funções

dos habitantes ultramicroscópicos da célula, que estão além do alcance dos sentidos humanos sem auxílio externo. Seu intento — e pode-se esperar que com o tempo o atinjam — é unir-se a pesquisadores de outras disciplinas da biologia a fim de desenvolver os princípios fundamentais da organização biológica.

Grande parte do sucesso da biologia molecular e celular se deve à sua importância para a medicina. Gostaria de expressar essa idéia com veemência ainda maior: no que diz respeito à percepção e ao apoio do público, a biologia molecular e a biologia celular estão praticamente casadas com a medicina. Não há prêmio Nobel para a biologia, mas, como expressão daquilo que Alfred Nobel achava mais importante, em seu testamento de 1895, existe um prêmio Nobel de Fisiologia e Medicina. A biologia molecular e a biologia celular são ricas e poderosas não tanto porque tenham sido bem-sucedidas, mas sobretudo porque receberam dinheiro e poder. Não quero ser mal compreendido neste ponto: os investimentos em ambas as áreas, feitos pelos governos e pelo setor privado, valeram cada centavo; elas são merecedoras de um apoio muito maior. As descobertas dessas disciplinas desvelaram a base físico-química da vida e realizaram o trabalho prévio para a futura eliminação da maioria das doenças humanas e anomalias genéticas. Os conhecimentos alcançados por tais disciplinas definiram parte dos alicerces da biologia nos níveis mais altos de organização.

De acordo com a segunda lei fundamental da biologia, todos os processos biológicos, e todas as diferenças que distinguem as espécies, evoluíram por meio da seleção natural. De geração em geração ocorrem mutações raras, e aleatórias, no código do dna. Quando essas mutações permitem ao indivíduo que as possui deixar uma prole maior na próxima geração, a espécie como um todo vai assumindo a forma mutante. Assim, a espécie evolui por intermédio da seleção natural. Quando uma espécie muda substancialmente em relação ao seu estado original, pode-se dizer que ela evoluiu formando uma nova espécie. Quando diferentes linhagens da mesma espécie divergem o suficiente uma da outra, pelo acúmulo de mutações bem-sucedidas que as tornam bem adaptadas a diferentes nichos, pode-se dizer que a espécie-mãe se multiplicou em várias espécies-filhas. Charles Darwin, embora sem saber de muitos detalhes, inclusive da existência dos genes, conseguiu captar a idéia da evolução pela seleção natural com notável clareza e antevisão. No capítulo 4 de *A origem das espécies*, o mestre naturalista encapsula essa idéia em uma única longa sentença vitoriana:

> Pode-se dizer que a seleção natural está a cada dia e a cada hora esquadrinhando, pelo mundo inteiro, cada variação, até a mais ínfima; rejeitando o que é mau, conservando e aumentando tudo o que é bom: trabalhando em silêncio, imperceptivelmente, em qualquer momento e em qualquer lugar em que a oportunidade se

> ofereça, na melhoria de cada ser orgânico em relação às suas condições orgânicas e inorgânicas de vida.
>
> *Sobre a origem das espécies*, 1a ed., 1859

Assim, para além da biologia molecular e da biologia celular, ainda há o restante da biologia, que compreende os níveis superiores da primeira dimensão (de organismos até ecossistemas), além de quase toda a segunda (biodiversidade) e a terceira dimensões (biologia evolutiva). Como essas áreas de pesquisa se iniciaram nos séculos xviii e xix, talvez pareçam antiquadas e em declínio. O oposto é verdade. Elas constituem grande parte do futuro da ciência. À medida que a biologia amadurecer e se unificar, a segunda e a terceira dimensões, em conjunção com a camada superior da primeira dimensão, passarão a fazer sombra à biologia molecular e à celular.

O desdobramento das duas leis fundamentais — a base físico-química da vida e a evolução por meio da seleção natural de todas as formas conhecidas de vida — é o que define a biologia moderna. Quanto se pode dizer então que a biologia já aprendeu acerca do mundo vivo real? Quando consideramos as três dimensões — hierarquia, diversidade, história —, é preciso admitir que apenas uma parte infinitesimal é conhecida. Eu poderia supor que a biologia existente abrange menos de um milionésimo de tudo aquilo que futuramente será conhecido. É um caminho muito longo, mas a cada novo dado acrescentado e a cada melhoramento tecnológico alcançado, avançam-se mais alguns passos. No curso dessa jornada, a biologia continuará a progredir rumo à unificação. Entre seus principais pesquisadores aumenta o consenso de que o futuro da biologia depende de estudos interdisciplinares, tanto dentro da biologia como para além dela. Com o tempo, e quanto antes melhor, poderemos viajar livremente pelas três dimensões.

## 13. A exploração de um planeta pouco conhecido

No longo caminho à frente, a biologia de modo geral e os estudos sobre a biodiversidade em particular necessitam de um mapa. Pastor, se o senhor está se perguntando o que tem a ver esse pré-requisito com a Criação, devo lhe dizer que nós pouco sabemos sobre o que está acontecendo com a maior parte da vida na Terra porque nem sequer sabemos o que ela é. A humanidade não precisa de uma base na Lua nem de uma viagem tripulada a Marte. Precisamos de uma expedição ao planeta Terra, onde provavelmente menos de 10% das formas de vida são conhecidas pela ciência, e menos de 1% destas já foram estudadas além de uma simples descrição anatômica e algumas anotações sobre sua história natural.

Pense nisto: se os nossos veículos robóticos em Marte descobrissem vida nesse planeta e nos enviassem informações sobre cerca de 10% das espécies estimadas, o povo americano ficaria feliz em gastar bilhões de dólares para encontrar e classificar os 90% restantes. Em acentuado contraste, a quantia gasta nos Estados Unidos em organização sistemática, provinda de todas as fontes governamentais e privadas, foi, no ano de 2000, o último em que foi feita uma avaliação, de 150 a 200 milhões de dólares. Essa quantia foi distribuída por cerca de 3 mil sistematas do país, entre provavelmente mais de 500 mil profissionais que podem ser classificados como cientistas de todas as disciplinas. Não é exagero afirmar que a humanidade tem sido tremendamente lenta para explorar o planeta que é o seu lar.

A situação da biodiversidade global pode ser brevemente sintetizada, com base no que dissemos nos capítulos anteriores deste livro, da seguinte maneira. Apesar do ritmo lento da exploração, os biólogos das últimas duas ou três décadas já descobriram que a biodiversidade da Terra é muito mais rica do que se imaginava. Essa diversidade está desaparecendo em ritmo acelerado devido à destruição dos habitats, incluindo a destruição que testemunhamos agora, causada pelo aquecimento climático, mais o alastramento de espécies invasoras, a poluição e a exploração excessiva. Se permitirmos que essas forças causadas pelo homem continuem a agir sem freios, poderemos perder até a metade das espécies de plantas e animais do planeta ao chegarmos ao final do século.

Ao longo das eras geológicas, fazendo uma média de muitos grupos taxonômicos, as espécies se extinguiram a uma taxa de uma espécie por milhão, por ano; e novas espécies surgiram no mesmo ritmo: uma espécie por milhão, por ano. Atualmente, em uma avaliação muito conservadora, a taxa de extinção das espécies, e os indícios de uma extinção precoce, arredondada para a mais próxima potência de 10, é cem vezes superior à taxa de surgimento de novas

espécies. E essa proporção deve subir para mil ou mais, à medida que os últimos remanescentes de muitos ecossistemas forem extintos e muitas espécies que hoje estão à beira da extinção desaparecerem também. Os biólogos especializados em biodiversidade concordam que estamos no início do maior surto de extinção desde o final do Cretáceo, há 65 milhões de anos. Em cada um dos cinco principais surtos anteriores ao surgimento do ser humano, durante os últimos 400 milhões de anos, demorou cerca de 10 milhões de anos para a evolução restaurar plenamente o volume de biodiversidade perdido. Tais estimativas se baseiam nos grupos que conhecemos melhor, como é o caso dos mamíferos, das plantas que dão flores e de alguns invertebrados com casca, exemplificados pelos moluscos. Nossa ignorância quanto à biodiversidade é tamanha que estamos perdendo grande parte dela antes mesmo de tomar conhecimento de sua existência.

Os números fornecidos a seguir mostram como foi pequeno nosso progresso na exploração da Terra. O número de espécies de organismos descobertos até hoje, compreendendo todas as plantas, animais e microorganismos conhecidos, situa-se entre 1,5 e 1,8 milhão.

As estimativas sobre o número real, incluindo as espécies já descobertas mais aquelas ainda desconhecidas, oscilam enormemente conforme o método de avaliação empregado. Segundo a *Avaliação da biodiversidade global*, de 1995, vão de um mínimo de 3,6 milhões até um máximo de 112 milhões. Até mesmo as estatísticas para os vertebrados, relativamente bem estudados, não são nem um pouco precisas. As estimativas para as espécies de peixes do mundo todo variam de 15 mil até 40 mil.

O número de mais de 100 milhões de espécies catalogadas, se é que algum dia será alcançado, virá sobretudo dos organismos invisíveis, em toda a sua diversidade. As bactérias e os micróbios semelhantes a bactérias, chamados archaea, são a "matéria escura" do universo vivo da Terra. De acordo com dados do fim de 2002, o número das espécies descobertas e catalogadas chegava a 6288. Mas essa quantidade pode ser encontrada entre os 10 bilhões delas que vivem em um só grama de solo fértil; já se estimou que nada menos do que 4 milhões de espécies de bactérias existem em uma tonelada de terra. Pelo menos setecentas vivem e se multiplicam como simbiontes na boca do ser humano. Estão adaptadas à vida nesse habitat, nas vastas (para as bactérias) planícies e cânions dos nossos dentes e da nossa língua, onde se acredita que contribuam para a nossa saúde oral ao eliminarem as bactérias patogênicas. Pode parecer estranho pensar que o ser humano está em conluio com esses microrganismos, mas a verdade, vista de outra maneira, é ainda mais estranha: cada pessoa abriga mais células bacterianas em seu corpo do que células humanas. Se a classificação biológica se baseasse na preponderância de certas células, o ser humano seria classificado como um ecossistema bacteriano.

Há outros exemplos que mostram como é prodigiosa a vida invisível. Bem

abaixo dos nossos pés, estendendo-se por pouco mais de 3 quilômetros, há um outro mundo, que em alguns as-pectos é muito maior: vastas populações, ainda inexploradas, de bactérias e fungos microscópicos, coletivamente chamadas de Slimes (sigla em inglês de "sistemas microbianos litoautotróficos subterrâneos"). Seus habitantes, em conjunto, talvez pesem mais do que toda a matéria viva existente na superfície do planeta. Eles não dependem da energia solar nem da matéria orgânica retirada da superfície da Terra, mas sim de fontes de energia química derivadas de maneira independente ("autotrófica") dos minerais que os rodeiam (daí a palavra *lito*, "pedra"). Se por algum motivo a superfície terrestre fosse queimada até torrar, a vida que há por baixo dela provavelmente persistiria. Então algum dia, talvez daqui a 1 bilhão de anos, dali poderiam evoluir novas formas de vida capazes de repovoar a superfície. A descoberta dos Slimes aumentou a esperança dos cientistas de que será descoberta vida em Marte, um lugar terrivelmente frio e seco — não na superfície, mas muito mais abaixo, no nível onde se encontra água líquida.

Portanto: nós, seres humanos, somos apenas uma das muitas espécies em um planeta pouco conhecido. Há quase 250 anos, Lineu introduziu a prática de dar a cada espécie um nome latinizado em duas partes, como, por exemplo, *Homo sapiens* para o ser humano. Ele defendia a exploração completa da vida na Terra. Pela aventura de explorar um planeta pouco conhecido, e pela nossa própria segurança, é prudente fazermos pressão para que se termine o grandioso empreendimento iniciado por Lineu. O esforço de realizar um levantamento completo seria para a ciência como uma viagem à Lua, o equivalente ao Projeto Genoma Humano, que mapeou as letras do código genético quase completo da espécie humana.

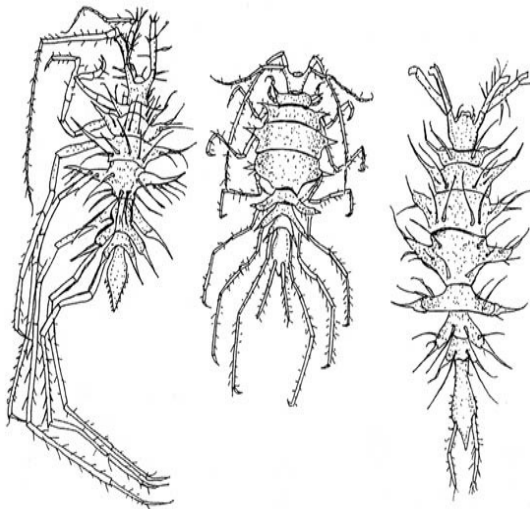
Para perceber o potencial desse empreendimento, imagine uma Enciclopédia da Vida, com uma página eletrônica para cada espécie de organismos existente na Terra, disponível em qualquer lugar mediante um simples acesso à internet. Essa página contém o nome científico da espécie, uma representação visual ou o genoma do espécime primário no qual o nome se baseia, e um resumo das suas características diagnósticas. A página abre diretamente, e também por meio de links, para outros bancos de dados. Ela compreende um resumo de tudo o que se conhece sobre o código genético dessa espécie, sua bioquímica, distribuição geográfica, posição filogenética, habitat, características ecológicas, e ainda sua importância prática para a humanidade.

Essa página pode se expandir infinitamente, e seu conteúdo é continuamente revisado e atualizado com novas informações. Todas as páginas, em conjunto, formam a enciclopédia, cujo conteúdo é nada menos do que a totalidade da biologia comparativa.

Existem fortes motivos para elaborar essa Enciclopédia da Vida. Um deles é o poder que ela vai oferecer para a expansão da biologia como um todo. À

medida que o recenseamento das espécies da Terra for se completando e as páginas forem sendo preenchidas, com a abordagem de todos os níveis da organização biológica, desde o gene até o ecossistema, novos tipos de fenômenos virão à luz, a um ritmo cada vez mais acelerado. É impossível imaginar a importância desses fenômenos a partir dos nossos conhecimentos atuais, tão escassos, sobre a biosfera e as espécies que a compõem. Quem pode dizer o que os micoplasmas, os colêmbolos, os tardígrados e outros grupos diversos, ainda quase desconhecidos, vão nos ensinar? Enquanto se avoluma o recenseamento das espécies, as lacunas nos nossos conhecimentos biológicos irão se destacar como espaços em branco em um mapa. Elas se tornarão as áreas em torno das quais os pesquisadores vão gravitar.

Pela primeira vez, o recenseamento completo das espécies de um ecossistema inteiro poderá ser feito. Microorganismos desconhecidos e os menores invertebrados, os quais ainda compõem a maior parte das espécies e, contudo, nem sequer têm nome, serão revelados. É apenas com esse conhecimento enciclopédico que a ecologia pode amadurecer como ciência e adquirir o poder de previsão, de espécie em espécie, e, a partir de informações tão refinadas, adquirir a mesma capacidade para cada ecossistema.

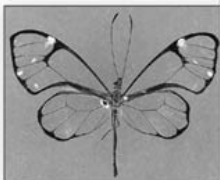
Um dos resultados práticos é que o impacto humano sobre o meio ambiente vivo poderia ser avaliado com detalhes muito mais confiáveis do que é possível atualmente. Por exemplo, hoje baseamos nossas estimativas de extinção das espécies em dados provindos de um punhado de grupos mais conhecidos taxonomicamente, incluindo as plantas que dão flores ou angiospermas, os vertebrados terrestres e de água doce e alguns poucos invertebrados, como borboletas e moluscos. Esses táxons constituem apenas cerca de um quarto das espécies conhecidas da Terra e, quase com certeza, uma fração muito menor das ainda desconhecidas. Amanhã também poderão ser avaliados outros invertebrados, inclusive insetos e nematóides, assim como os fungos e quase todos os microorganismos, os quais constituem, coletivamente, a maior parte das espécies da Terra, além de serem vias essenciais para os ciclos de energia e de matéria do planeta.

*Três espécies de crustáceos isópodes* Dendrotion *das profundezas do Atlântico Norte*. (*De Robert Y. George, "Janirellildae and Dendrotionidae* [*Crustacea: Isopoda: Asellota*] *from bathyal and abyssal depths off North Carolina and their evolution"*, Travaux du Muséum National d'Histoire Naturelle "Griore Antipa" *47* [*2004* ]: *43-73*.)

A Enciclopédia da Vida servirá ao bem-estar humano em todas as atividades da biologia prática. Com ela poderá se acelerar a descoberta de plantas silvestres adaptáveis para a agricultura, de novos genes para melhorar a produtividade das lavouras, de novas classes de produtos farmacêuticos. Poderemos prever mais efetivamente e deter o surgimento de elementos patogênicos e as invasões de plantas e animais daninhos. Dispondo de conhecimentos tão extensos, nunca mais precisaremos deixar passar tantas oportunidades de ouro que há no mundo dos seres vivos ao nosso redor; tampouco seremos pegos de surpresa com tanta freqüência pelo aparecimento súbito de seres alienígenas destrutivos provindos

desse mundo.

Pela lógica, a elaboração de uma Enciclopédia da Vida é inevitável, pelo simples motivo de que a consolidação dos conhecimentos biológicos é urgentemente necessária. Em seus estágios iniciais, que já vão surgindo, ela forma uma matriz dentro da qual os estudos comparativos são organizados com rapidez. Esse processo se acelerará ainda mais à medida que os procedimentos taxonômicos tradicionais, que em geral ainda dependem de exames repetidos de espécimes autenticados e da literatura escrita, forem substituídos pela fotografia digital de alta resolução, pelo seqüenciamento do material genético e pela publicação na internet. Com outras documentações organizadas nas páginas de cada espécie, novas linhas de pesquisa se abrirão a um ritmo mais rápido. Será possível encontrar mais facilmente as espécies-modelo para pesquisas de laboratório e de campo — confirmando o princípio de que para cada problema da biologia existe uma espécie ideal para a sua solução.

Uma enciclopédia sempre crescente, de acesso único, estruturada com base nas espécies, facilitará a navegação pelos já imensos bancos de dados da biologia. Com a ajuda de programas de busca por computador, poderemos trazer à luz determinados padrões que de outra forma exigiriam uma quantidade absurda de esforço e de tempo para serem detectados. Princípios e teorias poderão ser construídos, desconstruídos e reconstruídos com uma potência e uma transparência sem precedentes.

Por fim, e no nível mais profundo, a Enciclopédia da Vida se destina, creio eu, a transformar a própria natureza da biologia, pois a biologia é, basicamente, uma ciência descritiva. Embora dependa de uma sólida base da física e da química para suas explicações funcionais, e da teoria da seleção natural para suas explicações evolutivas, ela se define unicamente pela particularidade dos seus elementos. Cada espécie é, em si mesma, um pequeno universo, desde seu código genético até sua anatomia, seu comportamento, ciclo de vida e função no meio ambiente. É um sistema que se autoperpetua, criado durante uma história evolutiva de uma complexidade quase inimaginável. Cada espécie merece várias carreiras de estudos científicos, merece ser enaltecida pelos historiadores e pelos poetas. Nada desse tipo se pode dizer em relação a cada próton ou cada átomo de hidrogênio. Eis aí, Pastor, exposta bem sucintamente, a incisiva argumentação moral que a ciência apresenta para que a Criação seja salva.

*Borboletas e mariposas da República Dominicana.*
(*De Biocaribe.org, com permissão de Brian D. Farrell.*)

parte iv

# Ensinando a Criação

a única maneira de salvar a diversidade
da vida e ficar em paz com a natureza
é mediante um conhecimento, amplamente
compartilhado, da biologia e do que
as descobertas dessa ciência acarretam
para a condição humana

## 14. Como aprender e como ensinar biologia

O ingrediente básico para o amor ao estudo é o mesmo do amor romântico, ou do amor pelo país, ou por Deus: a paixão por um determinado assunto. O conhecimento acompanhado por emoções agradáveis permanece dentro de nós. Ele vem à tona e, quando é lembrado, desperta outras conexões da memória criando a metáfora — a linha de frente do pensamento criativo. Em contraste, aquele aprendizado que se dá por meio da memorização rotineira desaparece rapidamente, tornando-se um amontoado confuso de palavras, fatos e historietas. O Santo Graal da educação liberal é a fórmula pela qual a paixão pode se expandir sistematicamente, tanto para a ciência como para as humanidades — e, portanto, para o melhor da cultura.

Não posso definir essa paixão em poucas palavras, pois ela existe em uma miríade de formas imprevisíveis. Mas posso ilustrá-la com segurança, assim como muitos outros cientistas, valendo-me da experiência pessoal. Dos meus anos de estudante na Universidade de Alabama, o que eu me lembro com detalhes mais vívidos e vibrantes foi o que aprendi com apenas três professores. Depois de mais de cinqüenta anos, o presente que eles me deram já passou pelo teste do tempo.

Septima Smith, cinqüenta e poucos anos, "solteirona", como eram chamadas naquela época as senhoras mais velhas não casadas, lecionava parasitologia médica com a intensidade de um sargento instrutor. Seu mundo intelectual era o bestiário dos micróbios, pequenos vermes e outros invertebrados responsáveis pelas doenças que grassavam na zona rural do Alabama. Ela insistia que cada aluno aprendesse esse tópico exaustiva e meticulosamente. No segundo ano, ela me encarregou de examinar minhas próprias amostras de sangue e fezes (negativas, graças aos céus, apesar das minhas excursões de adolescência aos campos do Alabama) e de usar espécimes de laboratório para acompanhar o ciclo de vida de espécies patogênicas importantes. Com a professora Septima, a parasitologia não era apenas uma matéria universitária; era um modo de vida, e bem poderia ter sido uma profissão para mim, se eu tivesse me decidido por prosseguir nessa direção. Como ela dava importância ao assunto, eu também dava. Como Septima Smith esperava de nós a excelência, ela obtinha excelência. Até hoje guardo na memória a maior parte do conteúdo do curso, e durante décadas, após meus estudos com a professora Smith, eu ainda usava nas minhas aulas em Harvard meus antigos desenhos e esquemas do ciclo de vida do parasita da malária.

Allan Archer não era professor, nem queria ser, o que o tornava um professor ainda melhor. Ele era curador do Museu de História Natural do

Alabama, que fica no campus da universidade. Amável, porém tímido, trabalhava sozinho em uma salinha nos fundos do museu, reorganizando a coleção de aranhas. Aos dezoito anos comecei a visitá-lo para falar dos meus estudos sobre as formigas e ouvir suas palestras improvisadas sobre a classificação das aranhas. Para mim, foi um relacionamento de grande influência com um biólogo imerso em uma área da biodiversidade que, a despeito de parecer pequena, é infinitamente intrincada. Archer era um profissional e me tratava como se eu também fosse. Ele fez com que me sentisse confiante. Ensinou-me a falar a linguagem de um verdadeiro pesquisador científico. Não se importava com dinheiro nem fama; importava-se com a classificação e a biologia das aranhas. Eu não compreendia todas as palavras, mas captava a música.

Todo estudante deveria ser afortunado o bastante para ter pelo menos um professor como Ralph Chermock. Ele chegou com um doutorado recente da Universidade Cornell no início do meu segundo ano de faculdade, e logo assumiu o comando da minha educação em biologia. Como o membro mais jovem de um pequeno grupo de discípulos de Chermock (os outros eram todos veteranos da Segunda Guerra Mundial), eu logo estava lendo e discutindo obras sobre a Síntese Moderna da teoria evolutiva. Chermock não era nenhum sonhador abstrato. Acreditava que a biologia evolutiva deveria ser construída sobre um sólido alicerce de história natural, a ser adquirido em campo. “Você não é um biólogo de verdade enquanto não souber o nome de 10 mil espécies.” Sim! Era isso que eu desejava ouvir: um objetivo elevado, claramente definido por um líder carismático. Naquela época a fauna e a flora do Alabama eram pouco conhecidas, em comparação com as do restante do país. Com o incentivo de Chermock, nosso destacamento de dedicados recrutas saía em excursões para pesquisas de campo em cada canto do nosso estado, desde a longínqua Red Rock Junction até Clayhatchee e o Bayou La Batre, passando por muitos pontos no trajeto, desde o sopé dos montes Apalaches até a floresta paludosa do delta de Mobile-Tensaw, sem esquecer as repetidas excursões a intrincados sistemas de cavernas, ainda basicamente inexplorados. Nós coletávamos espécimes, espécimes e mais espécimes, sobretudo anfíbios e répteis, mas também formigas e besouros. Durante os três anos em que realizamos essas expedições, conversávamos sobre história natural e biologia evolutiva enquanto víamos os fenômenos acontecendo diante dos nossos próprios olhos. Depois apresentávamos nossos relatórios a Chermock. Quase inconscientemente, nós nos tornamos cientistas de verdade, praticantes — aliás, nossos animais preservados e os dados que coletamos são utilizados até hoje. Não tenho certeza se algum de nós conseguiu dominar 10 mil nomes de espécies; como a maioria das pessoas, costumo esquecer os antigos à medida que vou aprendendo os novos. Mas nossa vivência nessas pesquisas de campo e a alegria que sentíamos com esse

treinamento prático penetraram nos nossos ossos e moldaram a nossa alma. Todos nós acabamos por nos tornar professores de biologia. Passados mais de cinqüenta anos, continuamos nos referindo ao nosso grupo como os "chermockianos".

O aprendizado da biologia é importante não só para o bem-estar da humanidade, como também para a sobrevivência dos demais seres vivos do planeta. Todos os conservacionistas com os quais discuto esse assunto concordam que a indiferença geral das pessoas em relação ao mundo vivo resulta do fracasso do ensino introdutório de biologia. Essa falha foi agravada por uma idéia equivocada, e muito comum, de que biologia "rigorosamente científica" se restringe à biologia molecular, à neurobiologia e à pesquisa biomédica, e não à pesquisa evolutiva ou ambiental. No entanto, como já afirmei com insistência, a metade da biologia no presente, e provavelmente mais da metade no futuro, consiste no estudo da biodiversidade e do meio ambiente vivo. Dentro desse domínio existe boa parte de um conteúdo intelectual exclusivo da biologia, igualmente possuidor de imediata relevância e de potencial de interesse para o público.

A biologia, em toda a sua amplidão, proporciona uma entrada para uma educação liberal, que se propõe a desenvolver seres humanos conhecedores não só de fatos como também de conceitos, que sabem como o aprendizado deve ser efetivado e que são capazes e motivados a pensar por si mesmos.

Qual a melhor maneira de fazer da biologia parte integrante de uma educação liberal? Creio que posso dar uma resposta. Na maior parte dos 41 anos em que fui professor em Harvard, tive o privilégio de lecionar introdução à biologia, sobretudo para alunos que não iam se especializar nessa área e que a estudavam como algo que pelo menos passava como um programa de artes liberais. Eu me concentrava no nível dos organismos e dos ecossistemas. Com meus alunos também explorei plenamente o processo evolutivo. Meus esforços foram bem-sucedidos, pelo menos em popularidade: eu recebi boas avaliações dos alunos e ganhei os dois prêmios concedidos pela universidade aos professores. Acredito que os princípios que aprendi ao longo dos anos a respeito do ensino, tanto ouvindo os grandes docentes de Harvard como por meus próprios ensaios e erros, se aplicam a programas de graduação e de pós-graduação em toda parte, assim como aos cursos secundários de nível mais adiantado. A relevância desses princípios foi confirmada durante séries de palestras e debates que já realizei em muitas universidades e instituições de ensino superior de artes liberais em muitos lugares, não apenas nos Estados Unidos como em outros países.

O primeiro princípio é ensine de cima para baixo.

Se alguma coisa eu aprendi em quatro décadas de experiência, é que a

melhor maneira de transmitir conhecimentos e estimular o pensamento é ensinar cada matéria partindo do geral para o específico. Comece abordando uma questão ampla, do tipo que já é interessante para os alunos e relevante para a vida deles, e então descasque as camadas causais, tais como compreendidas no momento, aumentando aos poucos os detalhes técnicos e filosoficamente polêmicos, a fim de ensinar e provocar. Explique, por exemplo, o envelhecimento e a morte, da melhor maneira possível, segundo nossos conhecimentos atuais sobre evolução, genética e fisiologia; explore a seguir as conseqüências para a demografia, as políticas públicas, a filosofia. Por fim, tome caminhos laterais, se quiser, abordando as conseqüências desse fenômeno para a história, a religião, a ética, as artes criativas. *Não* ensine de baixo para cima, com uma introdução do tipo "Vamos aprender um pouco disso e também um pouco daquilo, e depois combinar esses conhecimentos para formar um quadro geral". Não pinte o quadro em pequenas pinceladas pontilhistas, para alunos que se entediam facilmente. Em vez disso, mostre o quadro inteiro, o mais depressa possível; mostre qual o motivo de sua importância naquele momento e durante toda a vida deles. Passe a dissecar esse conjunto e chegue finalmente aos alicerces.

Veja, por exemplo, o sexo. Não a anatomia e a prática do sexo, nem a fisiologia, a fertilidade ou o controle da natalidade. Em vez disso, pergunte: "Em primeiro lugar, por que existe o sexo?". "Como o biólogo vê esse assunto, em contraste, digamos, com o filósofo, o teólogo ou o romancista?" "Por que as pessoas — as mulheres, para ser exato — simplesmente não praticam a partenogênese, cultivando embriões a partir de óvulos não fertilizados? Essa reprodução sem sexo é muito comum no reino animal." "Por que, afinal, é preciso haver indivíduos machos e espermatozóides?" As respostas a essas perguntas não muito comuns, se não nos detivermos simplesmente em Adão e Eva e na vontade de Deus em nossa busca pelo motivo verdadeiro, levam à questão da variedade genética. Possuir dois códigos genéticos diferentes confere a cada um de nós a flexibilidade de lidar com um meio ambiente em constante mudança. Para citar um caso clássico, em boa parte da África subsaariana, ter o gene da anemia falciforme procedente de um dos pais protege o indivíduo contra a malária maligna; ao mesmo tempo, possuir como par desse gene um gene normal reduz o efeito do gene da anemia falciforme, de forma que esta não mate a pessoa. O resultado é que o gene da anemia falciforme é muito difundido em todo lugar onde a malária maligna é comum, mas ele nunca substitui o gene normal.

De modo geral, ter dois códigos genéticos também permite aos pais criar descendentes com maior variação genética, de maneira que pelo menos um deles, ou alguns, consiga sobreviver em um ambiente em constante mudança. Contudo, a variedade genética como causa básica para a existência do sexo é

apenas uma teoria. Como poderiam os biólogos testá-la? Ela já foi comprovada? (Na verdade tem forte respaldo, mas ainda não foi provada em definitivo pelas evidências.)

Com esses meios, provoque os alunos, forneça-lhes um novo ponto de vista, uma nova orientação para o olhar, desafie as idéias comuns e as convicções confortáveis que eles trouxeram consigo, transforme-os em colegas seus, trate de impulsioná-los para suas próprias buscas intelectuais e espirituais. Prepare-os, assim, para entrar, como diz a bênção do início do ano letivo em Harvard, na confraria dos homens e mulheres instruídos.

Tal como os professores de ciência em todo lugar, encontrei um grande obstáculo na fobia pela matemática, a pandemia que é a maldição do *Homo sapiens* no treinamento. Tenho certeza de que muitos alunos de Harvard decidiram formar-se em humanidades, enfrentando os rigores diferentes, mais verbais, dessa área, ou pelo menos reduziram ao mínimo as matérias científicas, porque acreditavam não ter habilidade para a matemática. Para eles, os temas científicos podem ser fascinantes — a origem do Universo, a natureza das mudanças climáticas, a evolução da vida e, naturalmente, o significado do sexo —, porém o modo de pensar quantitativo exigido na ciência lhes parecia demasiado assustador.

Os que têm fobia da matemática estão errados! A matemática consiste apenas em uma linguagem, que por sua vez consiste apenas em um hábito do pensamento. Os ideogramas chineses e os argumentos matemáticos são igualmente enigmáticos para os não-iniciados, e igualmente familiares para os que os aprendem logo cedo na vida. Uma vez que os símbolos e as operações comuns da matemática são aprendidos e utilizados repetidamente, até se tornarem uma segunda natureza, examinar uma equação não difere muito de ler uma passagem num livro. Um texto sobre genética populacional pode ser menos enigmático do que o *Ulysses* de Joyce, e muito mais fácil do que o *Beowulf* lido na versão original.

Aqueles que evitam a linguagem da matemática deveriam ser conduzidos a ela por meio de um problema importante e interessante da vida real, com uma abordagem de cima para baixo. Eis aqui um dos meus exemplos prediletos. Poucas coisas preocupam mais as pessoas do que as doenças hereditárias, ou a tendência a doenças. Os genes defeituosos ocorrem em todas as populações humanas e se manifestam em praticamente todos os tipos de doenças, desde as benignas até as fatais, desde o aborto espontâneo e a mortalidade infantil até centenas de distúrbios de crianças e adultos. Hemofilia, anemia falciforme, fibrose cística, doença de Huntington e certas formas de daltonismo estão entre as mais conhecidas. Mas qual a taxa de ocorrência desses genes, e dos sintomas que eles causam?

Peço sua paciência para os dois próximos parágrafos, pois gostaria de

repassar a explicação que costumo dar às minhas turmas anuais em Harvard, cheias de jovens com fobia pela matemática. Quando o aluno aprende os princípios elementares da hereditariedade segundo Mendel — que, na verdade, são fórmulas matemáticas sem as notações matemáticas abstratas —, ele já está pronto para a equação de Hardy-Weinberg, uma pedra fundamental da genética populacional e da teoria evolutiva. Essa equação diz o que segue. Considere que cada pessoa tem dois cromossomos do mesmo tipo, e que em qualquer posição determinada no cromossomo existe um gene que pode diferir (ou não) de um desses cromossomos para o outro. Em uma população de $x$ pessoas, conte o número de genes de cada tipo (lembre-se, cada pessoa tem dois genes em cada posição do cromossomo, um vindo do pai e outro da mãe, portanto o número de genes naquela posição é o dobro do número de pessoas). Tome uma certa porcentagem de genes do primeiro tipo na posição selecionada, digamos 80% (uma freqüência de 0,8) e 20% do segundo tipo (uma freqüência de 0,2). Segundo a equação de Hardy-Weinberg, a freqüência dos organismos (neste caso, pessoas) na população que têm dois genes do primeiro tipo na posição selecionada corresponde ao quadrado da freqüência daquele gene, ou seja, 0,8 3 0,8 5 0,64; e a freqüência da população com dois genes do segundo tipo é o quadrado da freqüência desse tipo de gene, ou seja 0,2 3 0,2 5 0,04. Por fim, a porcentagem dos organismos na população com um gene de cada tipo é o múltiplo das duas freqüências de genes, vezes dois; neste exemplo, 0,8 3 0,2 3 2 5 0,32. A soma dessas três freqüências deve ser igual a 1,00, ou seja, 100%, e é o que acontece: 0,64 1 0,04 1 0,32 5 1,0.

É só isso. Nada mais. Agora você pode expressar esse princípio com uma equação matemática: p2 1 2pq 1 q2 5 1,0. Convertida em números, essa equação é (0,8 3 0,8) 1 (2 3 0,8 3 0,2) 1 (0,2 3 0,2) 5 1,00.

Também se pode derivar a equação de Hardy-Weinberg a partir dos primeiros princípios da hereditariedade mendeliana, da mesma maneira que fizeram Godfrey H. Hardy e Wilhelm Weinberg há um século; aliás, pode-se fazer esse cálculo nas costas de um envelope.

Qual é a importância da equação de Hardy-Weinberg? Comece pelos genes comuns, que podem ser detectados ao primeiro olhar, muitos dos quais são recessivos (ou seja, seus efeitos ficam bloqueados pela presença de um gene dominante), mas se expressam quando aparecem em dose dupla. Alguns exemplos que o aluno, sentado na sala de aula, pode constatar na sua própria pessoa incluem o lóbulo da orelha bem junto à cabeça, ou então pendendo livremente; a incapacidade de enrolar a língua formando um tubo; o bico formado na margem dianteira da linha do cabelo; o “polegar de caronista” (a capacidade de dobrá-lo bem para trás). A partir daí pode-se avaliar de imediato a freqüência desses genes na população, assim como a freqüência dos indivíduos que possuem dose dupla e a dos que possuem meia dose do gene dominante.

Depois disso, o professor pode esclarecer que, embora o lóbulo da orelha junto à cabeça e o ângulo da linha do cabelo não acarretem nenhum perigo aparente, essa mesma equação de Hardy-Weinberg vale para os genes que causam doenças. Portanto, tais princípios são parte importante da medicina moderna. Quase todos os alunos conhecem alguém, muitas vezes um parente, que é portador de genes defeituosos.

O segundo princípio é: procure expandir-se para além da biologia.

O crescimento explosivo dos conhecimentos que está em curso, em especial nas ciências, resultou na convergência das disciplinas, criando a realidade, e não apenas a retórica, dos estudos interdisciplinares. A biologia, por exemplo, é hoje um caleidoscópio de subdisciplinas híbridas, em rápida evolução. As publicações profissionais e os currículos universitários estão repletos de nomes como genética molecular, neuroendocrinologia, ecologia comportamental, sociobiologia.

A biologia também se expandiu até as fronteiras das ciências sociais e das humanidades, e estas também se aproximaram dela. Em conseqüência, o que antes se considerava uma divisão epistemológica entre os grandes ramos do aprendizado está emergindo da névoa acadêmica como algo muito diferente, e muito mais interessante: um amplo domínio intermediário de fenômenos, em geral inexplorados, aberto a uma abordagem cooperativa vinda de ambos os lados daquela antiga divisão. Disciplinas vindas de um lado desse terreno intermediário — por exemplo, a neurociência e a biologia evolutiva — já se conectam com suas vizinhas mais próximas, a psicologia e a antropologia, do outro lado da linha divisória.

Esse domínio intermediário equivale a uma região de avanço intelectual excepcionalmente rápido. Mais ainda, trata de assuntos nos quais os alunos (e todos nós) estão profundamente interessados: a natureza e a origem da vida, o significado do sexo, a base da natureza humana, a evolução da vida, por que precisamos morrer, a origem da religião e da ética, as causas da reação estética, o papel do meio ambiente na genética humana e na evolução cultural, e outros mais.

O terceiro princípio é: concentre-se na resolução de problemas.

Se apresentar a matéria de cima para baixo é um conceito que funciona — e ele de fato funciona —, e dadas a convergência e a combinação entre as diversas disciplinas, o melhor caminho para a educação no futuro parece ser menos orientado para as disciplinas, e mais orientado para os problemas. O problema (ou grande questão) a ser abordado em um determinado curso, visto de cima para baixo, poderia ser do seguinte tipo: a essência e as conseqüências da natureza humana; as bases do raciocínio moral; ou a crise do suprimento global

de água potável e sua solução. Uma abordagem assim exige amplidão de conhecimentos por parte do instrutor, ou, pelo menos, o ensino conjunto por um grupo de especialistas com conhecimentos complementares.

É inevitável, na minha opinião, a unidade do conhecimento. Ela reflete a vida real. A trajetória dos acontecimentos mundiais sugere que as pessoas instruídas de hoje devem estar muito mais bem aparelhadas do que antes para abordar as grandes questões de maneira corajosa e analítica, empreendendo uma viagem através das diversas disciplinas. Estamos na era da síntese, com um cunho empírico bem real. Portanto, *Sapere aude*. Atreva-se a pensar por si mesmo.

O quarto princípio é: mergulhe fundo e viaje longe.

Ao chegar ao segundo ano da universidade, todos os alunos já deveriam ter começado a pensar estrategicamente sobre a própria educação. O melhor caminho a seguir tem a forma de um T. O traço vertical representa o mergulho em alguma especialidade; a barra horizontal, a amplidão da experiência adquirida com uma educação liberal. A especialização serve como porta de entrada para alguma profissão, ou como preparatório para a pós-graduação. As artes liberais dizem mais respeito à flexibilidade e à maturidade do intelecto. É claro que essa combinação já é a visada pela maioria das universidades e dos institutos de ensino superior de quatro anos. No segundo ano os alunos devem escolher uma disciplina principal (*major*, ou "concentração"), tal como inglês, economia ou biologia, e também fazer vários cursos optativos, que contemplam todo o panorama intelectual. Mas a maioria dos estudantes tem que ser convencida de que essa é a melhor estratégia para eles.

Para os futuros biólogos, ofereço o mesmo conselho que já dei a centenas de alunos em Harvard, qualquer que seja o plano traçado para sua carreira. Assim que você se sentir à vontade para isso, escolha a área da biologia à qual vai se dedicar e trate o restante como parte de sua educação geral. Confie na sua intuição; entre na biologia molecular, ou comportamental, ou na ecologia, ou em alguma outra disciplina ou combinação de disciplinas dentro das ciências biológicas, estas definidas de modo bem amplo. Pesquise um pouco disso e daquilo, até localizar mais exatamente a sua futura base ou "lar" intelectual.

Como seria de esperar, a maioria dos alunos que estudavam comigo para cumprir seu *major* em biologia pretendiam entrar na escola de medicina.* No entanto, um quarto deles, ou mais, desejava fazer biologia de campo. Escolheram a biologia, embora as oportunidades de carreira sempre tenham sido reduzidas. Nunca hesitei em aconselhar esses futuros naturalistas: façam o que seu coração pedir.

O quinto e último princípio é: dedique-se.

Voltando ao tema da paixão como mola propulsora do aprendizado, a dedicação do professor é mais eficiente quando se expressa por meio da arte de ensinar, e também pelo amor claramente demonstrado pelo assunto em si. Os alunos secundários e universitários buscam sua identidade pessoal, mas anseiam igualmente por uma grande causa, maior do que eles próprios. De alguma forma, essas duas marcas da maturidade serão alcançadas, quer sejam torpes, quer sejam nobres. Nesse trajeto eles precisam de mentores em quem confiar, heróis para emular e realizações que sejam reais e duradouras.

Em seguida irei argumentar que a Natureza é um palco para o qual esse desenvolvimento mental é inerentemente adequado.

* Nos Estados Unidos é preciso fazer cursos preliminares de biologia, química, cálculo e por vezes bioquímica, antes de entrar na escola de medicina. Essa etapa inicial da graduação é chamada de "pre-med". (N. T.)

# 15. Como educar um naturalista

A ascensão à Natureza começa na infância, portanto o ideal é que a ciência da biologia seja introduzida logo nos primeiros anos de vida. Toda criança é um naturalista e explorador principiante. Caçar, coletar, explorar novos territórios, buscar tesouros, examinar a geografia, descobrir novos mundos — tudo isso está presente em seu cerne mais íntimo, talvez rudimentarmente, mas procurando se expressar. Desde tempos imemoriais as crianças foram criadas em estreito contato com o ambiente natural. A sobrevivência da tribo dependia de um conhecimento íntimo, tátil dos animais e plantas silvestres.

Foi então que, depois de milhões de anos dessa existência, a revolução agrícola abruptamente retirou a maioria das pessoas dos habitats onde seus antepassados tinham evoluído. A agricultura lhes permitiu multiplicar-se e atingir uma densidade populacional mais alta, porém ao preço de acorrentá-las a um ambiente muito mais simples. O ser humano passou a depender de um número drasticamente reduzido de espécies de plantas e animais, que podiam ser cultivados em um ambiente biologicamente pauperizado, por meio do trabalho repetitivo. À medida que as populações aumentavam, sustentadas pelos excedentes agrícolas, e migravam para vilas e cidades, as pessoas iam se afastando mais e mais do seu ambiente ancestral. Hoje, a maior parte da humanidade reside em um mundo fabricado artificialmente. O berço, o lar inicial da nossa espécie, foi quase que esquecido por completo.

Mesmo assim, os instintos ancestrais continuam vivos dentro de nós. Eles se expressam na arte, nos mitos e na religião, nos parques e jardins, nos esportes da caça e da pesca, tão estranhos (pensando bem). Os americanos passam mais tempo nos jardins zoológicos do que em eventos esportivos profissionais, e ainda mais tempo nas áreas protegidas dos parques nacionais, cada vez mais abarrotados de visitantes. A recreação nas florestas nacionais e reservas naturais — isto é, nas partes que permanecem intactas — gera uma renda substancial, da ordem de mais de 20 bilhões de dólares anuais, ao Produto Interno Bruto do país. A televisão e o cinema do mundo industrializado estão saturados de imagens da Natureza virgem. Um símbolo de riqueza pessoal é a casa de campo, tipicamente localizada em um ambiente pastoral ou natural. Ela serve como refúgio para quem deseja encontrar paz de espírito e como ponto de retorno a algo que foi perdido, mas não esquecido. Observar pássaros se tornou um importante hobby e uma próspera indústria.

Ser naturalista não é apenas uma atividade, e sim um honroso estado de espírito. Aqueles que expressaram seu valor e protegeram a Natureza viva estão entre os heróis da América: John James Audubon, Henry David Thoreau, John

Muir, Theodore Roosevelt, William Beebe, Aldo Leopold, Rachel Carson, Roger Tory Peterson. No mundo todo, as culturas que ainda vivem junto à Natureza valorizam o talento para a história natural. Para os que dependem da caça e da pesca artesanais e da agricultura de subsistência, conhecê-la é vital para a sobrevivência. O psicólogo cognitivo Howard Gardner definiu essa habilidade como uma das oito grandes categorias da inteligência:

> O naturalista demonstra sua perícia em reconhecer e classificar as numerosas espécies — a flora e a fauna — do seu meio ambiente. Todas as culturas valorizam as pessoas capazes não só de reconhecer os membros de espécies valiosas, ou perigosas, como também de categorizar corretamente um organismo novo ou desconhecido. Nas culturas sem ciência formal, o naturalista é a pessoa mais capaz de aplicar as "taxonomias folclóricas"; nas culturas com orientação científica, o naturalista é um biólogo que reconhece e categoriza os espécimes segundo as taxonomias formais já aceitas.

As habilidades cognitivas do naturalista talentoso se expressam de muitas outras formas, inclusive nas atividades práticas das sociedades industrializadas. Como observa Gardner, "a criança que é capaz de discriminar prontamente entre plantas, aves ou dinossauros está usando a mesma habilidade (ou inteligência) que emprega ao classificar diferentes tênis, carros, aparelhos de som ou bolinhas de gude". E ainda: "É possível que o talento para reconhecer padrões recorrentes que identificamos nos artistas, poetas, cientistas sociais e cientistas naturais seja construído sobre as habilidades fundamentais de percepção que encontramos na inteligência naturalista".

Argumentei acima que a biofilia, a atração inata pelo mundo natural, proporcionou aos indivíduos e às tribos uma vantagem adaptativa ao longo de toda a história evolutiva. Agora a história natural está se voltando para a biologia de uma maneira que vai ampliar a sua base, transformando-a em uma ciência mais humana e mais orientada para o ser humano.

Qual a melhor forma de cultivar a inteligência do naturalista em cada criança? E como promover a excelência nas que mostram talento para a história natural? Como essas questões receberam bem pouca atenção dos psicólogos pesquisadores, tomo a liberdade de me basear, mais uma vez, na minha experiência pessoal e no que aprendi conversando com pais e professores, e também com crianças, ao longo de muitos anos.

A mente da criança se abre muito cedo para a Natureza viva. Se for estimulada, ela se desdobra em estágios que vão fortalecendo seus laços com as formas de vida não-humanas. O cérebro é programado para aquilo que os psicólogos chamam de "aprendizado preparado": nós nos lembramos com facilidade e prazer de algumas experiências. Em contraste, somos

contrapreparados para evitar aprender outras experiências, ou então a aprendê-las e depois evitá-las. Por exemplo, flores e borboletas, sim; aranhas e cobras, não.

A explicação da biologia evolutiva para esse viés no aprendizado é muito simples: os sinais que indicam partes sadias e produtivas do meio ambiente resultam em um reforço positivo geneticamente rápido, e não precisam ser ensinados nem repetidos; os sinais de perigo resultam em um reforço negativo igualmente rápido.

Tenho várias sugestões, já bem testadas pelo tempo, para pais e professores, inclusive para líderes religiosos que desejem cultivar a competência do naturalista em uma criança. Comece bem cedo; ela já está pronta. Abra as portas para a Natureza, mas não a empurre. Pense nela como um caçador-coletor. Ofereça oportunidades para explorar em espaços abertos naturais, ou então em seus substitutos — em exposições, zoológicos e museus. Dê liberdade para que a criança procure, sozinha ou em um grupo pequeno de indivíduos com interesses afins. Deixe que perturbe um pouco a Natureza, por sua própria conta e sem orientação. Coloque à disposição dela guias de campo sobre as plantas e os animais do lugar; binóculos, e até microscópios, se possível em casa, e pelo menos na escola. Incentive e elogie tais iniciativas. Na adolescência, permita que ele ou ela tentem suas aventuras com outros, que explore áreas silvestres e países estrangeiros, conforme as oportunidades e as finanças. Possibilite que o aprendizado de todas as coisas se dê de acordo com o ritmo de cada um. Ao final desse processo, o adolescente talvez escolha uma carreira em advocacia, em marketing ou no exército, mas será um naturalista para toda a vida, e vai agradecer a você por isso.

Espero que minhas recomendações deixem claro que tornar-se um naturalista não é como estudar álgebra ou aprender uma língua estrangeira. Seria um erro apresentar uma criança à Natureza caminhando em meio a um parque ou arboreto com plaquinhas que fornecem o nome das espécies de árvores e plantas. A criança é um *selvagem* no melhor sentido da palavra. Ela precisa vibrar com a emoção da descoberta pessoal, precisa andar, mexer e remexer muito por aí e aprender o máximo possível sozinha.

Tente fazer o seguinte. Compre um pequeno microscópio óptico de alta potência, que hoje não custa muito mais que um skate. Sugira que a criança examine algumas gotas d'água de um lago, retiradas do interior das algas ou plantas aquáticas com um conta-gotas. Não lhe diga o que esperar; comente apenas que será algo diferente de tudo o que ela já experimentou na vida. Ela verá o mesmo que deixou atônitos Robert Hooke, Antony van Leeuwenhoek e Jan Swammerdam, os primeiros microscopistas do século xvii: um parque jurássico habitado por rotíferos translúcidos, que constantemente mudam de forma e serpenteiam em meio aos detritos, abrindo e fechando seus pequenos cílios na

cabeça para criar correntes circulares na água; protozoários nadando e girando pela água velozmente, trombando com os obstáculos como motoristas bêbados; algas diatomáceas cristalinas; e muito mais, quase infinitamente mais.

Eu mesmo tive essa experiência aos oito anos de idade. Meus pais me deram de presente um microscópio. Não me lembro por quê, porém não importa. Foi então que eu encontrei meu próprio mundo, meu pequeno mundo completamente selvagem e sem restrições, sem plásticos, sem professor, sem livros, sem nada de previsível. De início eu não sabia os nomes daqueles habitantes das gotas d'água, nem o que estavam fazendo — como os microscopistas pioneiros também não sabiam. Assim como eles, passei depois a examinar escamas de borboletas e outros objetos variados. Nunca pensei dessa forma naquilo que estava fazendo, mas era pura ciência. Tal como se pode dizer de qualquer criança mergulhada nesse assunto, eu era semelhante a Leeuwenhoek, para quem seu trabalho "não foi realizado a fim de ganhar os louvores que hoje recebo, mas sobretudo por um anseio de conhecimentos, o qual, pelo que observo, reside em mim mais do que na maioria dos outros homens".

A sede de conhecimentos pode ser aumentada mediante a repetição dos arquétipos que dominam a mente em desenvolvimento. Dos oito aos dez anos de idade, muitas crianças adotam esconderijos em lugares secretos, como uma caverna, um edifício abandonado, ou qualquer lugar retirado que ofereça privacidade. Pode-se construir um abrigo com galhos de árvores (como eu usei, antes de perceber que eram de um carvalho venenoso!), tábuas e tijolos, ou outros materiais improvisados. Uma casa na árvore é o ideal, pois possibilita o máximo de privacidade e proteção. Um bosque, mesmo que seja um pequeno fragmento de floresta secundária, seria uma escolha lógica para um habitat. Nesse esconderijo secreto, a criança, talvez com mais um ou dois amigos, coleciona revistas, lê muito, conversa muito e monitora o terreno ao redor.

As crianças têm talento inato para colecionar e caçar tesouros. Se tiverem acesso a um ambiente natural, provavelmente começarão a procurar minerais ("pedras preciosas"), espécimes de borboletas e outros insetos, animaizinhos de todo tipo. Incentive essas atividades. Não se deixe dominar pelo nojo. Não há problema nenhum em adotar como bichinho de estimação um sapo, uma cobra (não venenosa) ou alguns peixinhos. Testando os limites da tolerância dos meus pais, uma vez que eu já tinha levado cobras para casa, passei a criar viúvas-negras, dando-lhes de comer moscas e baratas vivas. As colônias de formigas em um formigueiro artificial, chamados de formigários, são poderosas: as operárias vivem em um frenesi de atividade dia e noite e logo transformam um montinho de terra em uma casa, de onde saem, marcando a trilha com odores invisíveis até os alimentos recém-descobertos. Observar formigas é tão relaxante como observar os peixes em um aquário e proporciona excelentes temas para os

projetos científicos da escola.

Para obter o máximo impacto em um breve espaço de tempo, leve a criança para a praia e a desafie a fazer uma coleção com as criaturas que encontrar sozinha. Em áreas habitadas e praias já muito exploradas, fotografe com uma câmera digital todos os animais, exceto os menores, e colete tudo o que é vivo para em seguida devolver ao mar. Ao longo das praias de areia há legiões de pequenos insetos, crustáceos e moluscos bivalves, à espreita em pedaços de madeira ou em algas trazidas pela maré; misteriosos animais mortos, ou seus fragmentos, também vêm parar na praia, vindos de águas mais profundas. Nas piscinas formadas pela maré em praias com pedras e recifes reside uma variedade aparentemente infinita de pequenos crustáceos, caramujos, anêmonas, ouriços e estrelas-do-mar, além de outros habitantes menos conhecidos do meio ambiente marinho de águas rasas. Depois de algum tempo, abra o guia de campo e ajude a criança a dar nome às suas descobertas. E se um pequeno microscópio óptico estiver disponível, incentive-a a examinar amostras de gotas d'água coletadas na superfície das algas e das pedras. Assim ela conhecerá um outro mundo de biodiversidade, ainda mais rico.

Outra aventura, que provoca uma sensação diferente, espera a criança que entrar em um grupo de observadores de pássaros. Como adulto fico emocionado, mesmo sendo um entomologista míope, ao ver garças, águias e íbis. Há pouco sentei-me em um barquinho no rio Pascagoula, no Mississippi, fascinado por um bando de uns dez milhafres com rabo de andorinha que voavam em círculos pelo céu e de repente davam rápidos mergulhos para beber água do rio.

É entre os observadores de pássaros, todos naturalistas e aventureiros, que a criança pode encontrar bons exemplos a seguir. Entre eles há alguns poucos solitários excêntricos, mas há também físicos, ministros religiosos, encanadores, executivos, militares, engenheiros — na verdade, gente de praticamente todos os ofícios e profissões. Estão todos unidos por um interesse comum. E, pelo menos enquanto estão em campo, são as pessoas mais amáveis e entusiásticas que eu já conheci.

Leve a criança ao jardim zoológico, mas com um objetivo concreto. Não se limite a passear entre as mostras passivamente; em vez disso, escolha um tipo de animal para estudar mais de perto. Os répteis são muito populares e, como não poderia deixar de ser, os grandes mamíferos, como sempre; contudo, as menores criaturas em exibição são igualmente atraentes. Há anos uma das partes do Zoológico Nacional de Washington que vem atraindo o maior número de visitantes é a coleção de insetos. Entre as mostras, desde sua fundação, em 1987, a mais popular é a Mesa de Terra, uma longa calha cheia de terra com resíduos e folhas, retirados de um bosque próximo. Os visitantes, em geral meninos e meninas, exploram esse terreno em miniatura para ver a miríade de insetos e outros pequenos invertebrados que lá vivem. Eles têm licença para examinar e

remexer o material, como se fossem entomologistas no campo, para encontrar e identificar os habitantes.

Visite um aquário para obter impacto semelhante. As pessoas, inclusive as crianças, adoram os tubarões quase tanto quanto adoram os dinossauros — mas é possível ver os tubarões *vivos*. Elas também são atraídas pelo brilho dos recifes de coral reconstruídos e pela imensa diversidade de formas de vida que há neles e em torno deles, que se percebe ao primeiro olhar. Visite um jardim botânico, entre em uma floresta tropical simulada e procure absorver toda a grandeza que ela representa. Ou então estude uma exposição de orquídeas, da mesma forma como você apreciaria uma exposição de belas pinturas em uma galeria. As orquídeas são as plantas florescentes mais diversas que há na Terra e também, como se pode argumentar, as mais agradáveis esteticamente.

Da liberdade de explorar vem a alegria de aprender. Do conhecimento adquirido pela iniciativa pessoal advém o desejo de obter mais conhecimentos. E ao dominar esse novo e belo mundo que está à espera de cada criança, surge a autoconfiança. Cultivar um naturalista é como cultivar um músico ou um atleta: excelência para os talentosos, prazer por toda a vida para os demais, benefício para toda a humanidade.

## 16. Uma ciência cidadã

Estamos chegando ao fim da viagem que eu o convidei a fazer comigo. Há muitas outras razões para alguém se tornar naturalista além da satisfação pessoal e da conservação da vida na Terra, embora esses objetivos sejam mais que suficientes. A disciplina científica da história natural é um dos poucos empreendimentos em que quase qualquer pessoa interessada pode dar contribuições originais para a ciência. Os dados coletados vão diretamente para registros permanentes, utilizados por pesquisadores da ecologia, da biogeografia, da biologia da conservação e de outras áreas especializadas.

Toda informação vinda dos cientistas-cidadãos é necessária, agora mais do que nunca, e tem valor permanente. Os dados não serão considerados redundantes, ou só uma confirmação de conhecimentos já adquiridos. Isso pelo simples motivo de que existem demasiados tipos de organismos e pouquíssimos cientistas profissionais para estudá-los; estamos muito longe da saturação. Como mencionei antes, já foram descritas até agora entre 1,5 milhão e 1,8 milhão de espécies; há pelo menos mais 10 milhões à espera de serem descobertas. Mesmo entre as conhecidas, somente 1% já foi estudado com o detalhamento adequado. É preciso mapear sua distribuição geográfica, registrar seus habitats, avaliar o tamanho de suas populações, acompanhar seus ciclos de vida. Quantos cientistas profissionais e semiprofissionais estão disponíveis para essa pesquisa? Para cuidar da identificação e da classificação de organismos existem, no mundo todo, apenas 6 mil especialistas, dos quais cerca de metade reside nos Estados Unidos. Para avançar na exploração da fauna e da flora do planeta, esses pesquisadores já tão sobrecarregados de trabalho precisam de mais pares de olhos, mais botas no chão e mais idéias novas.

É exatamente esse tipo de colaboração entre pesquisadores profissionais e leigos que está se difundindo pelo mundo. O ponto central é o esforço para fazer recenseamentos completos de todas as formas de vida encontradas em locais específicos. De fato, inventários como os descritos, que abrangem todas as espécies, já começaram a se multiplicar em lagos e lagoas na Dinamarca e no Japão, em trechos da floresta tropical na Costa Rica e na Amazônia, nas ilhas Galápagos, e também — graças a legiões de dedicados naturalistas há mais de dois séculos — em praticamente toda a Inglaterra.

Uma das iniciativas mais intensas a esse respeito nos Estados Unidos é a que está sendo realizada enquanto escrevo (2006), no Parque Nacional das Great Smoky Mountains, uma reserva natural que se estende por toda a parte sul dos montes Apalaches na Carolina do Norte e no Tennessee. Esse projeto, que abrange todas as espécies, foi chamado de atbi (All Taxa Biodiversity Inventory,

Inventário da Biodiversidade de Todos os Táxons). Foram arregimentados especialistas em diferentes tipos de organismos, vindos de toda a América do Norte, os quais, auxiliados por voluntários e dispondo de um orçamento mínimo, transformaram o atbi em uma pesquisa biológica de grande envergadura, que se tornou também um centro de ensino para alunos de todos os níveis, desde a escola primária até programas de doutorado e pós-doutorado.

A parte sul dos montes Apalaches forma a mais antiga cadeia de montanhas da América do Norte nunca recoberta pelas geleiras continentais. Por esse motivo, suas florestas são as mais ricas em biodiversidade. Nos riachos que descem das montanhas há uma multidão de efeméridas, moscas da pedra (ordem *Efemeroptera*) e outros insetos delicados e efêmeros, com linhas ancestrais que remontam a eras antiqüíssimas, anteriores à Era dos Répteis. Vive nos picos e nos sopés das montanhas a maior concentração de espécies de salamandras conhecidas no mundo, de cores variadas — marrom, amarelo, dourado e verde, vermelho e negro, como que pintadas em diferentes desenhos. Espécies de gobiídeos, os *minnows* (família Umbridae), não encontradas em nenhum outro lugar do mundo, são diferentes em cada um dos vales. O solo é povoado por legiões de tardígrados, microscópicos comedores de esporos também chamados de "ursinhos da água" ou "porquinhos do musgo"; colêmbolos capazes de saltar uma distância que, para o ser humano, seria o equivalente a um quilômetro; ácaros oribatídeos, que parecem o resultado de um cruzamento entre uma aranha e uma tartaruga; entótrofos, *japygids* (ordem *Hexapoda*), vermes nematóides e outros minúsculos invertebrados que só os especialistas são capazes de reconhecer. E esses pequeninos seres são apenas o pico mais visível da biodiversidade; em número de espécies, rivalizam com os fungos, e ficam muito atrás das bactérias.

A produção do inventário das Great Smoky Mountains é impressionante. Desde seu início, em 1998, até o verão de 2004, um total de 3314 espécies de todas as categorias de organismos já foram acrescentadas ao rol das espécies registradas no parque e, portanto, aos conhecimentos de que já dispomos sobre a composição dos ecossistemas dos montes Apalaches. Além disso, foram descobertas 516 espécies inteiramente novas para a ciência, ou seja, nunca antes vistas em nenhum lugar. Algumas dessas novidades são microscópicas e obscuras. Mas nem todas. Das novas espécies, há 28 lagostins de água doce e crustáceos copépodes, 25 besouros e 72 borboletas e mariposas. Tenha em mente que essas descobertas não estão sendo feitas em algum acampamento remoto da Amazônia, e sim em locais que ficam a um curto trajeto de carro para dezenas de milhões de americanos.

O espírito da pesquisa colaborativa foi bem captado neste relato de David Wagner, chefe da equipe dos lepidópteros (mariposas e borboletas):

> Às três da tarde do dia 19 de julho de 2004 saímos da Sala de Treinamento Sugarlands e nos espalhamos até os rincões mais longínquos do parque. Nosso variado equipamento de captura — telas e armadilhas iluminadas por lâmpadas a vapor de mercúrio e *backlights* — foi instalado em mais de quarenta estações de captura, representativas dos diversos tipos de elevações, comunidades de plantas e florestas. Os tesouros da noite — mariposas, legiões delas — foram trazidos para Sugarlands às oito da manhã para serem classificados, identificados, contados, registrados no banco de dados e certificados, em dois dias de trabalho incessante. Foi um esforço concentrado, a todo o vapor, movido a intermináveis xícaras de café e rosquinhas, e quando a poeira e as escamas por fim foram limpas, na quarta-feira à tarde, nossa equipe de quarenta insones havia registrado e certificado 795 espécies de borboletas e mariposas.

Foram tiradas amostras de dna de 642 dessas espécies, para serem mais tarde seqüenciadas. Assim, ao decodificar uma seção de setecentos pares de base do genoma mitocondrial de cada espécime, e ao registrar esses dados em um site "Códigos de Barra da Vida" ("Barcodes of Life"), os cientistas puderam identificar muitas espécies coletadas em excursões posteriores, até mesmo a partir de fragmentos de tecidos de insetos adultos, ou de lagartas. Como as lagartas são completamente diferentes das borboletas e mariposas adultas nas quais vão se metamorfosear, e que também foram coletadas pela equipe de Wagner, suas seqüências de dna são necessárias para registrar quais as plantas que servem de alimento a cada espécie, com vistas a completar o acompanhamento de todo o seu ciclo de vida.

A opção pelo registro em código de barras ilustra a rapidez com que diferentes campos da biologia estão se unindo nesses levantamentos, auxiliados pelos cidadãos leigos. Desde a década de 1990, o progresso da tecnologia acelerou a exploração da biodiversidade com igual eficiência no mundo todo. Hoje a fotografia digital de alta resolução é associada a um programa de computador que, tal como se faz na tomografia médica, cria imagens tridimensionais perfeitamente nítidas, até dos mais minúsculos insetos e outros organismos. Essas imagens são então transmitidas eletronicamente, o que possibilita o compartilhamento quase instantâneo de informações. Os museus e herbários já começaram a fotografar e a colocar on-line imagens de espécies conhecidas de plantas e animais — algumas mostrando espécimes autenticados com mais de um século de idade. Já está sendo desenvolvido o exame robótico de espécimes, feito por controle remoto, que permitirá aos pesquisadores manipular e ampliar imagens de espécimes de museus de qualquer parte do globo. Tais procedimentos vão facilitar muito a atualização das classificações e

acelerar ainda mais as pesquisas de campo sobre a biodiversidade.

A convergência de vários bancos de dados sobre biodiversidade em alguns poucos sistemas de acesso livre e único, gerando informações personalizadas, já começou a trazer resultados sensacionais para biólogos e estudantes. Pergunta: você gostaria de levar um guia de campo sobre as borboletas da Argentina na sua próxima excursão à América do Sul? Ou tem à mão um guia para os peixes de água doce de Botsuana? Para as samambaias de Sumatra? Para todas as plantas e animais do Rock Creek Park? Sem problema. Dentro de uma ou duas décadas, será possível montar um guia de campo sob medida acerca de qualquer grupo, até o grau máximo em que já foi explorado, qualquer que seja a parte do mundo que se habite. Já comecei a fazer isso como parte da rotina, durante minhas excursões para estudar as formigas do Caribe. Também será possível, quando dispusermos de mais imagens autenticadas das diferentes espécies de plantas e animais do planeta, elaborar guias de campo conforme a necessidade, mesmo se você estiver em algum acampamento remoto.

O próximo estágio para mapear a diversidade da Terra é a montagem da mencionada Enciclopédia da Vida, um programa já iniciado pelo Museu Nacional de História Natural (nmnh), parte da Smithsonian Institution, em Washington. Ali é criada uma página eletrônica para cada tipo de organismo, quer já conhecido, quer recém-descoberto; nela, tudo o que é aprendido sobre essa espécie é registrado e continuamente atualizado. É aqui que os estudantes e os cientistas-cidadãos podem dar a sua segunda contribuição importante. A história natural científica, desde os detalhes dos ciclos de vida até o comportamento natural e o funcionamento dos ecossistemas, é muito importante para o futuro da biologia. Contudo, é um empreendimento muito laborioso e relativamente lento, e no estudo de espécies menos comuns depende muito de encontros fortuitos. Até mesmo para um especialista profissional, só há esperança de fazer um pequeno número dessas descobertas ao longo de um ano, para qualquer tipo de organismo. A colaboração dos naturalistas amadores melhora substancialmente esse processo. Considere: digamos que um observador testemunhou uma população de borboletas usando um tipo de planta como alimento para as larvas, isso na Suécia, na parte mais ao norte do território dessa espécie; um segundo observador, bem mais ao sul, na Itália, encontra a mesma espécie vivendo de um alimento inteiramente diferente. Ou digamos que uma espécie de sapos esteja aumentando no Kansas, mas declinando rumo à extinção no Colorado. Uma borboleta pode ser considerada rara em Fiji, entretanto em Samoa está explodindo até chegar às proporções de praga. Esses são os dados detalhados e refinados necessários para acompanhar o impacto da mudança climática e outras tendências da ecologia.

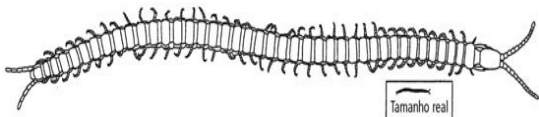
O envolvimento dos cientistas-cidadãos na exploração da biodiversidade muitas vezes começa com uma “bioblitz”, uma espécie de caça ao tesouro

destinada a encontrar e identificar o maior número possível de espécies em um único local, durante um período de 24 horas. Especialistas, tanto profissionais como amadores, se reúnem em algum local interessante para uma conversa inicial estimulante e convites para lanchar e jantar mais tarde, oferecidos pelos moradores locais. Tratam então de se dispersar em todas as direções, a fim de localizar e identificar o maior número possível de espécies da categoria escolhida, planta ou animal. Em pequenos grupos, cada um chefiado, idealmente, por um especialista, e em geral acompanhados por estudantes, amigos e outros interessados, começam a listar os pássaros, as libélulas, os liquens, as árvores, o musgo — qualquer categoria para a qual haja um guia capacitado. Os espécimes são coletados, quando pertencentes a espécies comuns; ou fotografados, quando raros. No final do período todos se reúnem para combinar e tabular seus resultados. Animados pela comida e uma agradável variedade de refrescos, os aventureiros trocam observações e casos de guerra: "Acho que encontrei uma nova espécie de besouro; ou então é um besouro que tem uma extensão territorial enorme". "Deixe-me ver; acho que eu coletei a mesma coisa. Aposto que é uma espécie exótica recém-introduzida." Os espécimes mais valiosos são enviados para museus e herbários, para uso dos especialistas.

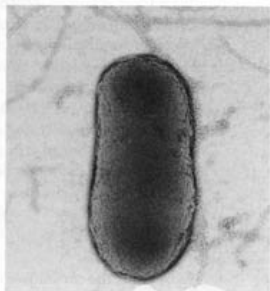
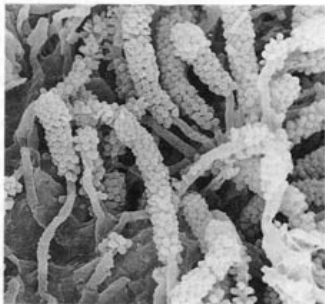
A primeira bioblitz, que eu saiba, foi realizada na reserva de Walden Pond, Massachusetts, em 4 de julho de 1998, abrangendo também áreas adjacentes em Concord e Lincoln. O bosque do lago Walden foi escolhido porque lá morou Henry David Thoreau nos dois anos em que levou vida de ermitão, em comunhão com a Natureza. Foi no dia 4 de julho de 1845 que ele se mudou para sua casa rústica em Walden Pond, e ali concebeu a filosofia fundadora do ambientalismo americano. Nosso evento foi chamado de Dia da Biodiversidade. Concebido e organizado por Peter Alden, morador local e guia internacional especializado em vida selvagem, o evento atraiu mais de cem especialistas de toda a Nova Inglaterra. Participei como patrocinador e especialista em formigas. Nosso objetivo era conseguir mil espécies de todos os tipos de plantas e animais. Conseguimos 1904 — na verdade, 1905, se contarmos o alce que apareceu no Concord Center no dia seguinte.

O Dia da Biodiversidade se tornou tão popular que em 1999 o Departamento de Assuntos Ambientais de Massachusetts o ampliou para diversas localidades, incluindo alunos de vários distritos escolares. No ano seguinte todos os distritos escolares do estado se envolveram no programa.

No momento em que escrevo, em 2006, seis outros estados americanos (Connecticut, Illinois, Nova York, Pensilvânia, Rhode Island, Virgínia) e dezessete outros países (Alemanha, Áustria, Bélgica, Bolívia, Brasil, China, Colômbia, França, Holanda, Hungria, Itália, Luxemburgo, Noruega, Panamá, Polônia, Suíça, Tunísia) organizaram a própria bioblitz. Um deles, de considerável magnitude simbólica, teve lugar no Central Park de Nova York, em 27 de junho

de 2004. Nas palavras de dois participantes do Clube dos Exploradores, Richard C. Wiese e Jeff Stolzer, os membros do Clube, acompanhados por especialistas, estudantes e nova-iorquinos dos mais variados tipos, “rastejaram pelos bosques, mergulharam em um lago, subiram em árvores, correram atrás de borboletas e se deliciaram com as maravilhas naturais de um lindo parque, no esforço de descobrir novas formas de vida”. O Central Park é realmente belo. E mais ainda pelo contraste da sua vegetação com as montanhas de pedra de Manhattan, que lhe dão sombra, e com os rios de seres humanos que fluem em torno e através dele. Existe até mesmo um trecho de natureza relativamente virgem: uma pequena floresta de angiospermas foi deixada intacta perto do centro do parque. Naquele mesmo ano foi acrescentado outro evento à bioblitz: um mergulho no menor dos dois lagos, chefiado pela famosa exploradora submarina Sylvia Earle (chamada “A Senhora das Profundezas”). Embora o Central Park tenha apenas 340 hectares, uma busca de 24 horas produziu 836 espécies de plantas e animais.

*Uma espécie de centopéia, possivelmente a menor do mundo, nova para a ciência e diferente o bastante para ser classificada como um novo gênero, descoberta no Central Park de Nova York em 2002.* (*De Kefyn M. Catley, American Museum of Natural History*.)

Agora chegou a hora de revelar a vida invisível. O alcance das equipes de colaboração já começou a se ampliar para o mundo das bactérias, quase totalmente desconhecido. Os milhões de espécies que vivem em algumas poucas toneladas de solo fértil são, praticamente todas, desconhecidas da ciência, em qualquer lugar, em qualquer condição. Até meados de 2004, apenas 92 espécies tinham sido registradas no Parque Nacional das Great Smoky Mountains. Provavelmente esse número de espécies pode ser encontrado em um punhado de terra do tamanho de uma borracha de lápis. O número total naquele parque pode facilmente chegar a dezenas de milhões. Novas tecnologias de clonagem de células e seqüenciamento de dna possibilitaram um avanço de ordem quântica na separação e na identificação das espécies bacterianas. Os métodos, que já são rápidos, logo se tornarão muito mais rápidos, e mais baratos. Os microbiologistas concordam que no futuro será possível levar ao campo, além dos instrumentos de seqüenciamento, um software de banco de dados genômico, para identificar de

imediato as espécies, assim que são coletadas.

*Uma variedade de bactérias. A espécie espiralada embaixo à esquerda é aquática e tem vida livre; as demais habitam várias partes do trato alimentar do ser humano. Embaixo à direita, a* Escherichia coli*, muito comum em águas poluídas e uma espécie fundamental para as pesquisas em biologia molecular.* (*De Paul Singleton,* Bacteria in Biology, Biotechnology and Medicine. *6*a *ed.* [*Hoboken, Nova Jersey: John Wiley, 2004*]*, p. 12.*)

Essa característica portátil da tecnologia da biodiversidade também faz dela um conduto ideal para a transferência de pesquisas biológicas avançadas para os países em desenvolvimento. O recém-formado Consórcio para a Biodiversidade do Caribe é um exemplo da rapidez com que se pode realizar tal expansão. Esse consórcio inclui instituições americanas, como a Smithsonian Institution e o Jardim Botânico de Nova York, e instituições da República Dominicana — o Museu de História Natural e o Jardim Botânico Nacional. Este último, que ocupa 2 quilômetros quadrados dentro da congestionada capital do país, Santo Domingo, é uma das maiores reservas urbanas no mundo. E, o que é mais notável, contém um trecho de mais de meio quilômetro quadrado de floresta tropical de baixada.

Com o apoio desse consórcio, uma rede de cientistas passou a explorar inteiramente a flora e a fauna da República Dominicana, alcançando inclusive o restante do Caribe e tornando tais informações disponíveis eletronicamente. Esse esforço apresenta um benefício adicional: assim como ocorre nos países industrializados, a tecnologia da informação e a ciência da biodiversidade aqui empregadas podem ser diretamente introduzidas no currículo educacional do país, desde a escola primária até a universidade.

*Borboletas e mariposas da República Dominicana.*
(*De Biocaribe.org, com permissão de Brian D. Farrell.*)

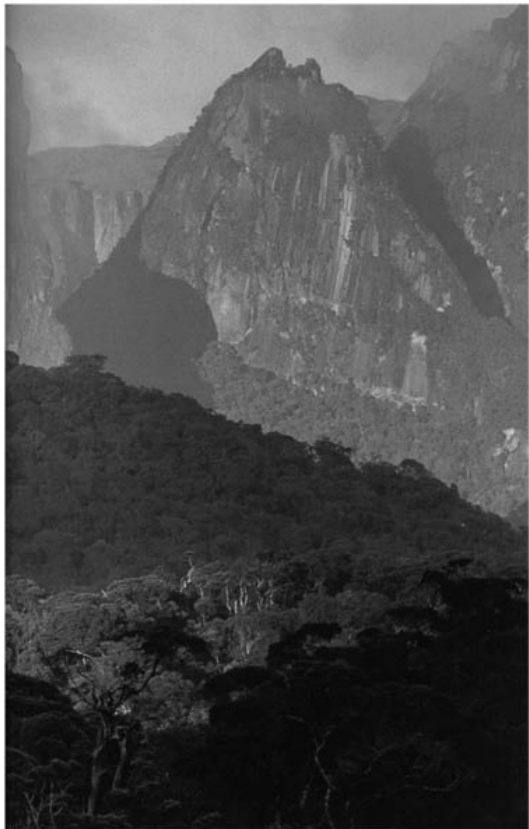
Fui levado de roldão nesse esforço quando já estava com mais de setenta anos de idade e acreditava que meu trabalho de campo mais sério já tinha terminado. Chefiei uma equipe que partiu dos matagais da costa leste do país e subiu até os trechos que ainda sobrevivem de floresta tropical nas montanhas, e depois mais alto, até os bosques de savanas de pinheiros a 2440 metros de altura, na cordilheira central. Fui tomado pela mesma intensa alegria que já sentira em Cuba e no Pacífico Sul, cinqüenta anos antes. No nível mais fundamental, nada mudara no meu entusiasmo pela pesquisa sobre a biodiversidade, exceto que agora havia um objetivo grandioso que parecia acessível.

Em vista da riqueza da biodiversidade tropical e do ritmo lento das explorações anteriores, as pesquisas na República Dominicana começaram a dar resultados rápidos. Brian Farrell, entomologista da Universidade Harvard que concebeu esse consórcio e foi o líder geral dos esforços, descreveu há pouco uma das primeiras aplicações práticas dessa nova onda. Entre as coleções obtidas por um grupo de estudantes de Harvard e da República Dominicana, havia duas borboletas desconhecidas, de cor preta e branca:

> Esses espécimes logo se revelaram descobertas notáveis — não apenas as primeiras registradas na República Dominicana, mas também a primeira documentação dessa espécie em particular, a borboleta *lime swallowtail* (*Papilio demoleus*), no hemisfério ocidental! Essas borboletas, nas regiões tropicais do Velho Mundo, são borboletas que voam rápido, cujas larvas desfolham as árvores novas de limas, laranjas e outras frutas cítricas, em todo o sudeste da Ásia, da Índia e das regiões vizinhas. Essas larvas são capazes de destruir completamente todas as folhas das jovens árvores em viveiros e causam prejuízos de milhões de dólares todos os anos. Portanto, essa espécie representa, possivelmente, uma ameaça significativa à indústria das frutas cítricas na República Dominicana.

Os inventários de todas as espécies do Caribe e do Parque Nacional das Great Smoky Mountains estão entre dezenas de empreendimentos semelhantes que surgiram no mundo todo para acelerar a exploração da biodiversidade da Terra. Usando novas tecnologias biológicas e da informação, tais programas variam muito em escopo — vão desde um recenseamento estadual ou municipal, como as iniciativas Chicago Wilderness e Boston Harbor Islands, até projetos de abrangência continental ou mesmo global. Variam também quanto ao seu objetivo: desde uma única categoria de organismos — por exemplo, anfíbios, ou

formigas — até projetos que incluem todas as categorias de seres vivos.

À medida que as informações forem reunidas on-line, o quadro geral da biodiversidade da Terra surgirá como um mosaico em alta resolução. Apesar da aparência modesta, os inventários gerais de todas as espécies são, na verdade, quando vistos coletivamente, um esforço científico de grande envergadura, uma espécie de "viagem à Lua" que acabará por envolver um número muito maior de profissionais e cidadãos-cientistas do que os que estão hoje em atividade. O impacto positivo desses conhecimentos científicos sobre a medicina, a agricultura e o manejo de recursos será incomensurável. Servirá também para firmar os alicerces da conservação universal das espécies e raças genéticas localmente adaptadas. Tudo aquilo que está para ser aprendido revelará, por fim, a Criação em toda a sua magnitude.

A floresta tropical brasileira. (© *1999 Frans Lanting. De Frans Lanting, Galen Rowell e David Doubilet,* Living planet: preserving edens of the Earth [*Washington, D. C.: World Wildlife Fund, 1999*]*, p. 79.*)

# parte v

## Estendendo a mão

a ciência e a religião são as duas forças mais poderosas da sociedade. juntas, elas podem salvar a criação

# 17. Uma aliança pela vida

Pastor, sou grato pela sua atenção. Como cientista que passou toda uma vida estudando a Criação, esforcei-me ao máximo para transmitir ao senhor, e a outras pessoas, um resumo de assuntos que, espero eu, assumirão maior importância nas preocupações que temos em comum. Meus alicerces de referência foram a cultura da ciência e algo do secularismo baseado na ciência, tal como eu os compreendo. A partir dessa base, concentrei-me na interação de três problemas que afetam todos nós: o declínio do meio ambiente vivo, a inadequação da educação científica e as confusões morais causadas pelo crescimento exponencial da biologia. Para solucionar esses problemas, como já argumentei, será necessário encontrar um terreno comum onde as poderosas forças da religião e da ciência possam se unir. E o melhor lugar para começar é na tarefa de zelar pela vida.

É óbvio que nem a religião nem a ciência conseguiram tratar efetivamente dessa grande questão. Tentei identificar os elementos da biologia e da educação que são mais relevantes para a parceria que estou propondo. Nesse processo não tentei diluir, de forma alguma, a diferença fundamental entre a ciência e as religiões tradicionais com respeito à origem da vida. Deus fez a Criação, é o que o senhor diz. Essa verdade está claramente expressa nas Sagradas Escrituras. Vinte e cinco séculos de teologia e boa parte da civilização ocidental foram construídos com base nessa convicção. Mas não é assim, digo eu, respeitosamente. A vida se fez a si mesma, por meio de mutações aleatórias e da seleção natural das moléculas codificadoras. Por mais radical que pareça tal explicação, ela tem o respaldo de um imenso volume de provas interconectadas. Talvez ainda se chegue a demonstrar que essa teoria está errada; no entanto, a cada ano isso parece menos provável. Eis que surge uma questão teológica: será que Deus decidiu enganar o ser humano? Seria ele tão falso a ponto de espalhar por todo o planeta tantas evidências enganosas?

Eu gostaria de poder pensar de outra maneira, mas não vejo esperança alguma de chegarmos a uma solução conciliatória sobre a idéia do Design Inteligente. De acordo com essa proposta, basicamente a evolução ocorre, porém guiada por uma inteligência supranatural. Contudo, as provas do Design Inteligente consistem apenas de um argumento fundamentado na falta de provas. Sua lógica é simples: os biólogos ainda não explicaram de que modo sistemas complexos, tais como o olho humano, ou os cílios bacteriais giratórios, podem ter evoluído por si mesmos; portanto, uma inteligência mais elevada deve ter guiado a evolução. Infelizmente, não há nenhuma evidência positiva para a existência desse Design Inteligente. Nenhuma prova concreta chegou a ser apresentada a

fim de ser testada. Nenhuma teoria foi sugerida, nem sequer imaginada, para explicar a transferência de uma força sobrenatural para uma realidade orgânica. E é por isso que os cientistas de respeito, os que estão à frente das pesquisas originais, concordam, unanimemente, que a teoria do Design Inteligente não satisfaz os requisitos necessários para ser considerada ciência.

Alguns já sugeriram que os cientistas participaram de uma conspiração para deter a busca do Design Inteligente. Não existe tal conspiração, em absoluto. Existe apenas o consenso entre os especialistas de que essa hipótese não possui nenhuma das qualidades que definem a ciência. Pensar de outra forma é não compreender corretamente a cultura científica. As descobertas, e os testes das descobertas, são sua moeda corrente, seu ouro e sua prata, insubstituíveis. Contestar as teorias predominantes valendo-se de novas evidências é sua marca registrada. Se evidências positivas e replicáveis fossem apresentadas, sustentando a existência de uma força inteligente sobrenatural que criou e dirigiu a evolução da vida, essa teoria mereceria ser considerada a maior descoberta científica de todos os tempos. Ela transformaria a filosofia e mudaria o curso da história. Os cientistas sonham em fazer uma descoberta dessa magnitude!

Entretanto, sem um evento dessa natureza, é um passo perigoso para os teólogos apresentar o argumento "por falta de provas" para o Design Inteligente como sustentáculo científico da crença religiosa. Hoje os biólogos estão explicando aquilo que antes era inexplicável — demonstrando quais foram os passos evolutivos na origem autônoma de sistemas cada vez mais complexos — a um ritmo cada vez mais rápido. O que acontecerá com a hipótese do Design Inteligente, à medida que os sistemas ainda não penetrados declinarem rumo ao ponto de fuga? Essa hipótese será descartada, e com ela a credibilidade da idéia de uma teologia firmada na ciência. As probabilidades são poderosamente a favor desse resultado. Na ciência, como na lógica, o argumento "por falta de provas" nunca pode substituir as evidências positivas; no entanto, até mesmo uma minúscula prova positiva pode demolir tal argumento.

Tanto o senhor como eu somos humanistas no sentido mais amplo: o bem-estar da humanidade está no centro dos nossos pensamentos. Mas a diferença entre o humanismo baseado na religião e o humanismo baseado na ciência se irradia por toda a filosofia, e até pelo sentido que atribuímos a nós mesmos como espécie. Essa diferença afeta a maneira como cada um de nós valida a nossa ética, nosso patriotismo, nossa estrutura social, nossa dignidade pessoal.

O que devemos fazer? Esquecer as diferenças, digo eu. Encontrarmo-nos no terreno comum. Isso talvez não seja tão difícil como parece à primeira vista. Pensando bem, nossas diferenças metafísicas têm um efeito notavelmente pequeno sobre a conduta da sua vida e da minha. Minha suposição é de que somos ambos pessoas éticas, patrióticas e altruístas mais ou menos no mesmo grau. Somos produtos de uma civilização que surgiu não só da religião como

igualmente do Iluminismo fundamentado na ciência. De boa vontade nós dois serviríamos no mesmo júri, lutaríamos nas mesmas guerras, tentaríamos, com a mesma intensidade, santificar a vida humana. E, com certeza, compartilhamos o amor pela Criação.

Ao encerrar esta carta, espero que o senhor não tenha se ofendido quando falei em ascender rumo à Natureza, e não para longe dela. Eu teria grande satisfação de saber que esse desejo, tal como o expliquei neste livro, é compatível com as suas crenças. Pois seja como for que as tensões acabem se desenrolando entre os nossos pontos de vista opostos, seja como for que a ciência e a religião aumentem e diminuam de importância na mente dos homens, permanece o compromisso, ao mesmo tempo humano e transcendental, que nós dois somos moralmente obrigados a compartilhar.

Calorosa e respeitosamente,
*Edward O. Wilson*

Referências e notas

1- Os conceitos de Natureza e áreas virgens, especialmente como construções culturais, são examinados em detalhes pelas diversas perspectivas de muitos estudiosos em William Cronon, ed., *Uncommon ground: toward reinventing nature* (Nova York: W. W. Norton, 1995); e com referência especial à história cultural americana por Roderick Nash em *Wilderness and the American mind*, 4a ed. (New Haven: Yale University Press, 2001). O conceito de "Natureza virgem" a partir das evidências científicas é revisto por Edward O. Wilson, *The future of life* (Nova York: Alfred A. Knopf, 2002). Uma crítica recente da visão construtivista, entre as de muitos autores, se encontra em Eileen Crist, "Against the social construction of nature and wilderness", *Environmental Ethics* 26 (2004): 5-24.

2- Sobre as ilhas do porto de Boston, ver Charles T. Roman, Bruce Jacobson e Jack Wiggin, "Boston Harbor Islands National Park Area: natural resources overview", edição especial 3, *Northeastern Naturalist* 12 (2005): 3-12.

3- Quanto ao valor da Natureza virgem, a literatura técnica e popular é imensa. Repassei muitos aspectos fundamentais na minha trilogia *The diversity of life* (Cambridge: Harvard University Press, 1992), *Consilience: the unity of knowledge* (Nova York: Alfred A. Knopf, 1998) e *The future of life* (Nova York: Alfred A. Knopf, 2002).

4- A tradução para o inglês dos textos do frei Bartolomé de las Casas é de Sandra Ferdman, em *The Oxford book of Latin American short stories*, ed. Roberto González Echevarría (Nova York: Oxford University Press, 1997).

5- Apreciação da Natureza em meados do século xix: George Catlin, *Letters and notes on the manners, customs, and condition of the North American Indians*, vol. 1 (Londres, 1841), pp. 260-4.

6- Biofilia: há uma crescente literatura a respeito. Ver Edward O. Wilson, *Biophilia* (Cambridge: Harvard University Press, 1984); Stephen R. Kellert e Edward O. Wilson, eds., *The biophilia hypothesis* (Washington, D. C.: Island Press/Shearwater Books, 1993); e Stephen R. Kellert, *Kinship to mastery: biophilia in human evolution and development* (Washington, D. C.: Island Press, 1997).

7- As novas disciplinas acadêmicas da psicologia ambiental e da psicologia da conservação foram descritas por Carol D. Saunders, "The emerging field of conservation psychology", *Human Ecology Review* 10 (2003): 137-49.

8- O princípio do habitat preferido pelo ser humano foi desenvolvido por George H. Orians e Judith H. Heerwagen, "Evolved responses to landscapes",

em Jerome H. Barkow, Leda Cosmides e John Tooby, eds., *The adapted mind: evolutionary psychology and the generation of culture* (Nova York: Oxford University Press, 1992).

9- A importância de um ambiente natural para a saúde mental é analisada por Howard Frumkin, "Beyond toxicity: human health and the natural environment", *American Journal of Preventive Medicine* 20 (2001): 234-40.

10- Um relato geral do processo de extinção se encontra nas minhas obras *The diversity of life* e *The future of life*.

11- O declínio dos ecossistemas terrestres, marinhos e de água doce foi documentado por Jonathan Loh e Mathias Wackernagel, eds., em *Living Planet Report 2004* (Gland, Suíça: wwf Worldwide Fund for Nature, 2004).

12- O declínio dos recifes de corais na maior parte do mundo foi documentado por D. R. Bellwood, T. P. Hughes, C. Folke e M. Nyström, "Confronting the coral reef crisis", *Nature* 429 (2004): 827-33.

13- O declínio dos anfíbios foi detalhado por Simon N. Stuart et al., "Status and trends of amphibian declines and extinctions worldwide", *Science* 306 (2004): 1783-6. Sou grato a James Hanken por oferecer dados recém-completos sobre a situação dos sapos no Haiti.

14- A descoberta do pica-pau-bico-de-marfim e a lista das espécies de aves americanas extintas desde 1980 se encontram em David S. Wilcove, "Rediscovery of the ivory-billed woodpecker", *Science* 308 (2005): 1422-3.

15- A imagem do estrangulamento (*bottleneck*) foi desenvolvida em detalhes em minhas obras *Consilience* e *The future of life*.

16- Signatários da Convenção da Diversidade Biológica, e seus objetivos para frear a extinção, foram citados por Thomas Brooks e Elizabeth Kennedy, "Conservation biology: biodiversity barometers", *Nature* 431 (2004): 1046-8.

17- Constituições nacionais que contemplam a proteção da Natureza são examinadas por David W. Orr em "Law of the land", *Orion*, jan./fev. 2004, pp. 18-25.

18- A perda de espécies durante o próximo meio século apenas como resultado do aquecimento global é uma estimativa de Chris T. Thomas et al., "Extinction risk from climate change", *Nature* 427 (2004): 145-8. Ver também o comentário de J. Alan Pounds e Robert Puschendorf, "Ecology: clouded futures", ibid., 107-9.

19- Os 34 *hot spots* são analisados por Russell A. Mittermeier et al. em *Hotspots revisited: Earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecosystems* (Cidade do México: Cimex, 2005).

20- A conservação marinha, sua ciência e sua prática, em especial com relação ao alto-mar, são apresentadas por vários autores em Linda K. Glover e

Sylvia A. Earle, eds., *Defying ocean's end: an agenda for action* (Washington, D. C.: Island Press, 2004).

21- O tamanho das reservas marinhas necessárias globalmente e o custo estimado da sua proteção são citados por Andrew Balmford et al., "The worldwide costs of marine protected areas", *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA* 101 (2004): 9694-7, e discutidos por Henry Nicholls em "Marine conservation: sink or swim", *Nature* 432 (2004): 12-4.

22- Estrutura do dna: James D. Watson e Francis H. C. Crick, "A structure for deoxyribose nucleic acid", *Nature* 171 (1953): 737.

23- A descrição dada aqui do projeto Enciclopédia da Vida foi extraída, com modificações, do meu artigo "The Encyclopedia of Life", *Trends in Ecology & Evolution* 18 (2003): 77-80.

24- O desenvolvimento de um naturalista: grande parte do que eu sei vem da minha própria experiência e da experiência dos meus amigos, relatadas em *Naturalist*, meu livro de memórias (Washington, D. C.: Island Press, 1994). Outros, porém, escreveram com o mesmo sentimento e mais detalhes, como Richard Louv em *Last child in the woods: saving our children from Nature-Deficit Disorder* (Chapel Hill, N. C.: Algonquin Books of Chapel Hill, 2005).

25- A definição da inteligência naturalista é dada por Howard Gardner em *Intelligence reframed: multiple intelligences for the 21st century* (Nova York: Basic Books, 1999), pp. 49-50.

26- A tendência de criar esconderijos é analisada por David T. Sobel em *Children's special places: exploring the role of forts, dens, and bush houses in middle childhood* (Tucson: Zephyr Press, 1993).

27- As novas espécies descobertas no Parque Nacional das Great Smoky Mountains pelo All Taxa Biodiversity Inventory (atbi) no início de 2004 estão listadas no *ATBI Quarterly*, verão de 2004, p. 3.

28- David Wagner, a respeito do inventário de lepidópteros do Parque Nacional das Great Smoky Mountains: "Results of the Smokies 2004 Lepidoptera blitz", *ATBI Quarterly*, verão de 2004, pp. 6-7.

29- As perspectivas de aceleração da pesquisa taxonômica e da criação de uma enciclopédia eletrônica de todas as formas de vida foram descritas por Edward O. Wilson em "On the future of conservation biology", *Conservation Biology* 14 (2000): 1-3; e em "The Encyclopedia of Life", *Trends in Ecology & Evolution* 18 (2003): 77-80.

30- O relato do primeiro Dia da Biodiversidade, em Massachusetts, foi extraído da minha obra *The future of life*. Peter Alden elaborou a lista de estados americanos que já tiveram uma "bioblitz", como se costuma chamar hoje o Dia da Biodiversidade, e Ines Possemeyer ofereceu a lista dos demais países que

organizaram sua bioblitz em 2005 (comunicações pessoais).

31- A bioblitz no Central Park de Nova York: Richard C. Wiese e Jeff Stolzer, “Exploring New York's ‘Backyard’”, *Explorers Journal*, verão de 2003, pp. 10-3.

32- Descobertas de borboletas na República Dominicana: Brian D. Farrell, “From agronomics to international relations”, *Revista* (Harvard Review of Latin America Studies), outono de 2004/inverno de 2005, pp. 7-9.

33- p. 185 O apoio, baseado na fé religiosa, para o cuidado e a preservação do meio ambiente, incluindo, cada vez mais, a conservação da biodiversidade, está surgindo em muitas religiões e denominações do mundo todo. Nos Estados Unidos há iniciativas realizadas, por exemplo, pelo Conselho Nacional das Igrejas, pela Parceria Religiosa Nacional pelo Meio Ambiente, pelos Presbiterianos pela Restauração da Criação, pela Conferência Americana dos Bispos Católicos e pela Conferência do Pacífico da Igreja Metodista. Um exame de outros movimentos, inclusive em outros países e em outras religiões importantes, foi feito por Jim Motovalli em “Steward of the Earth”, *Environmental Magazine* 13, no 6 (2002): 1-16. Especialmente notável entre os líderes religiosos é o patriarca Bartolomeu, chamado de “Patriarca Verde,” líder dos 300 milhões de cristãos ortodoxos.